

25081/4106



TUGAS AKHIR
LL 1327

**ANALISA KEANDALAN TERHADAP KELELAHAN
PADA STRUKTUR KAKI JACK UP PLATFORM**



RSke
627.98
Far
a-1
2006

OLEH :

LENNY FARIDA
4301 100 051

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	15-2-06
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	223889

**JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2006**



LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA KEANDALAN TERHADAP KELELAHAN PADA STRUKTUR KAKI JACK UP PLATFORM



LENNY FARIDA
NIP. 4301.100.051

Surabaya, 03.02.2006

Mengetahui/menyetujui

Pembimbing I

Ir. MURDJITO, M.Sc. Eng.
132 149 376

Pembimbing II

Ir. DANIEL M. ROSYID, Ph.D
131 782 038

Ketua Jurusan Teknik Kelautan



Ir. IMAM ROCHANL, M.Sc
131 417 209



ABSTRAK

ABSTRAK

Oleh : Lenny Farida

Dosen Pembimbing : Ir. Murdjito, M.Sc.Eng , Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D

Adanya pengaruh beban lingkungan (gelombang) yang bersifat acak dapat mempengaruhi perilaku struktur Jack Up platform.. Seiring dengan berjalannya masa operasi dari struktur maka sangat penting untuk melakukan analisa keandalan terhadap kelelahan dengan maksud agar mendapatkan indeks keselamatan. Dalam hal ini variabel yang digunakan berupa variabel acak dari beban operasional akibat beban gelombang yang mempengaruhi analisa umur kelelahan struktur dengan mempertimbangkan rentang tegangan yang terjadi selama struktur beroperasi. Penyederhanaan dalam metode analisis ini dilakukan dalam model peluang matematik dengan terlebih dahulu menentukan variabel acak yang berupa faktor beban dan faktor ketahanan. Struktur yang akan dianalisa adalah *Jack Up Hang Tuah MOgPU platform* milik Conoco Indonesia INC.LTD. Periode natural dari struktur ini didapatkan sebesar 3,25 detik sehingga sangat dianjurkan untuk menggunakan metode pendekatan stokastik (*spectral fatigue analysis*) dalam analisa umur kelelahannya akibat beban siklis yang terjadi selama operasi, seperti yang terdapat pada API RP-2A WSD 21. Distribusi peluang yang digunakan untuk analisa umur kelelahan adalah distribusi Rayleigh dan distribusi Weibull. Dari hasil *spectral fatigue analysis* dengan menggunakan persamaan kelelahan terangkai (*closed form fatigue equation*) didapatkan umur kelelahan struktur selama masa operasi adalah sebesar 86 tahun dengan indeks keandalan sebesar 2,09 sebagai *initial condition*, untuk *service life* 25 tahun dimana joint kritisnya adalah D7523 pada member TD6929. Pada tahap analisa keandalan struktur, metode yang digunakan adalah metode *Advanced First Order Second Moment* (AFOSM). Untuk keperluan perencanaan inspeksi maka diperlukan grafik degradasi keandalan struktur terhadap variasi umur kelelahan dengan target level keandalan untuk *fatigue* = 2. Dengan variasi tegangan ekstrem mencapai 550 Mpa, didapatkan bahwa struktur mencapai tahap kritisnya saat umur kelelahan struktur mencapai 72 tahun. Maka dapat dikatakan bahwa struktur aman karena *fatigue life* > 2 x *service life*.

Kata Kunci : *spectral fatigue analysis, closed form fatigue equation, AFOSM, indeks keandalan*

ABSTRACT

By : Lenny Farida

Under Supervision : Ir. Murdjito, M.Sc.Eng , Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D

The impact of environmental random (wave) load can effect the structure's behavior of *jack up platform*. With the increasing of operation time of a structure, it surely will need reliability analysis to its fatigue in order to have safety index. In this case we use random variable from operational load due to wave load that affect the analysis of fatigue life by considering the stress range during operation time. The simplification in this method is done using mathematical probability by first determining random variable as the load factor and resistance factor. Structure that will be analyzed is *Jack-up Hang Tuah MOgPU platform* owned by Conoco Indonesia INC.LTD. The natural period of this structure is 3,25 seconds, so it is recommended to use *spectral fatigue analysis* in the analysis of fatigue life due to cyclic wave during operation, as recommended in API RP-2A WSD 21. Probability Distribution used for fatigue life analysis are Rayleigh Distribution and Weibull distribution. From the result of spectral fatigue analysis by using *Closed Form Fatigue equation* is around 86 years with reliability index about 3,14 as the initial condition, for service life 25 years where the critical joint is D7523 with it's member TD6929. For reliability analysis, the method that I used is *Advanced First Order Second Moment* (AFOSM). For this matter we will need the graphic of reliability degradation with level reliability for *fatigue* = 2. By using the variation extreme stress until 550 Mpa, we can get the result the structure reached critical point when the fatigue life is 72 years. And the value of reliability index for service life 25 years = 3,92. So, we can conclude that the structure is safe because the *fatigue life* > 2 x *service life*.

Key words : *spectral fatigue analysis, closed form fatigue equation, AFOSM, reliability index*



KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Assalamulaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, hidayah dan karuniaNya yang berlimpah, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir “ **Analisa Keandalan terhadap Kelelahan pada Struktur Kaki Jack-Up Platform**” ini tepat pada waktu yang telah direncanakan.

Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi kesarjanaan (S1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Dengan Tugas Akhir ini, diharapkan dapat dipakai sebagai salah satu acuan dalam melakukan analisa keandalan terhadap kelelahan pada struktur Jack-Up platform maupun *offshore structure* yang lain.

Terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya pada :

1. Almarhum Ayahanda Suwarno atas segala kesabaran, petuah dan teladannya dalam membesarkan penulis.
2. Ibunda Hindun Azizah atas segala pengorbanan, perjuangan, kesabaran doa dan keikhlasan yang senantiasa mengiringi, serta adik-adik Sudarmawan, Risma Anindya Oktavia atas kelucuannya, dan almarhum adik Ahmad Rizky Aziz.
3. Bp. Ir. Murdjito, M.Sc.Eng, selaku Dosen Pembimbing I dan Kepala Laboratorium Operasional dan Riset atas segala bimbingan, arahan, nasehat, fasilitas, dan kesediaan meluangkan waktu membimbing penulis.
4. Bp. Dr. Ir. Daniel M. Rosyid, Phd selaku Dosen Pembimbing II atas segala arahan dan bimbingan yang diberikan.
5. Bp. Ir. Imam Rochani M.Sc, selaku Ketua Jurusan Teknik Kelautan dan Dosen Wali. Atas segala nasehat dan bimbingannya.

6. Bp. Dr. Ir. Eko Budi Djatmiko, MSc atas segala arahan, bimbingan dan kesediaan waktu bagi penulis.
7. Bp. Dr.Ir. Handayanu, M.Sc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kelautan.
8. Seluruh dosen dan staff karyawan di Jurusan Teknik Kelautan ITS
9. Sahabat terbaik : Helen Umama, Norma Wijayanti atas segala kesabaran dan pengertiannya selama ini.
10. Komunitas Laboratorium OPRES : Fajar'04, Wendy'04, Vlad'03, Adi'01, Abdul Rozak (Abe)'01, Eko Setyo'00, Sita'00, Fahmi'99, Budi '99, Djatmiko'98.
11. Joko Wasito 'Elektro 98', atas kesabaran, spirit, dan bimbingannya.
12. Semua team "Albatroz" 01 atas segala dukungan dan bantuannya.
13. Penghuni wisma Raihana : Yanti, Ribut, Dewi Tien, Tatik, Lina, Fitri.
14. Teman-teman SEG group atas kebersamaannya selama ini.
15. Teman-teman seperjuangan KP : La Ode dan M. Yahya (ITATS)
16. Teman-teman Jepang : Takayoshi, Ito, Ryu, Tatsu, Kenichi, Akie, dan masih banyak lagi (*Kobe University team*) atas kenangan dan persahabatan yang tak terlupakan.
17. Serta pihak – pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, tanpa mengurangi rasa hormat, terima kasih sebanyak – banyaknya.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir masih belum sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran sangat diperlukan demi perbaikan penelitian selanjutnya. Dalam kesempatan ini, penulis mohon maaf atas segala kekurangan dan semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca sekalian. Amin.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya, Februari 2006

Lenny Farida



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Peneliiian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum Struktur Jack-Up Platform.....	6
2.2 Konsep Pembebanan.....	7
2.3 Teori Gelombang.....	8
2.3.1 Teori Gelombang Airy	9
2.3.2 Teori Gelombang Stokes Orde 5	10
2.4 Gaya gelombang pada silinder tegak.....	16
2.4.1 Beban gelombang pada silinder miring.....	17
2.4.2 Koefisien hidrodinamis	19
2.5 Analisa Fatigue (Kelelahan)	21
2.5.1 Tipe Sambungan.....	22
2.5.2 Faktor Konsentrasi Tegangan.....	23
2.5.3 Kurva S-N	24
2.6 Metode Palmgren-Miner.....	25
2.7 SPECTRAL FATIGUE ANALYSIS	26

2.7.1 Teori Spektum Gelombang JONSWAP	26
2.7.2 Response Amplitude Operators (RAO).....	27
2.7.3 Linier Response Spectra.....	28
2.7.4 Full Spectral Analysis	29
2.8 Persamaan Kelelahan Terangkai (Closed Form Fatigue Equation).....	31
2.9 Keandalan Struktur terhadap Kelelahan	33
2.9.1 Indeks Keandalan	35
2.9.2 Advanced First Orde Second Moment (AFOSM).....	36

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 PENGUMPULAN DATA	42
3.1.1 Code dan Standard	42
3.1.2 Data Struktur	42
3.1.3 Data Lingkungan	45
3.2 PEMODELAN STRUKTUR.....	48
3.2.1 Pemodelan Struktur Kaki	48
3.2.2 Pemodelan Struktur Geladak.....	49
3.3 Pemodelan Beban	49
3.3.1 Pemodelan Beban Vertikal.....	49
3.3.2 Pemodelan Beban Lingkungan.....	50
3.3.3 Penentuan Teori Gelombang	50
3.3.4 Perhitungan Beban Gelombang.....	51
3.3.5 Perhitungan Spektra Gelombang.....	52
3.4 Analisa Pemodelan Struktur	52
3.5 Spectral Fatigue Analysis	52
3.6 Penentuan Keandalan Struktur	53

BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 ANALISA UMUR KELELAHAN STRUKTUR.....	57
4.1.1 Perhitungan Periode Natural Struktur.....	57
4.1.2 Penentuan Joint Kritis.....	58
4.1.3 Spektrum Gelombang.....	59

4.1.4	Response Amplitude Operator(RAO).....	59
4.1.5	Respon Spektrum Tegangan.....	60
4.1.6	Perhitungan Umur Kelelahan Struktur.....	62
4.2	ANALISA KEANDALAN STRUKTUR TERHADAP KELELAHAN.....	64
4.2.1	Perhitungan Indeks Keandalan dan Peluang kegagalan Struktur....	64
4.2.2	Degradasi Keandalan.....	67

BAB V PENUTUP

5.1	KESIMPULAN.....	70
5.2	SARAN.....	71

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN:

- Lampiran A : Input beban gelombang pada arah 315 derajat dengan software GT Selos
- Lampiran B : Output periode natural dengan software GT Selos
Output Running Beban Statis
Output Respon Tegangan dari software GT Strudl
- Lampiran C : Perhitungan Spektrum Jonswap
- Lampiran D : Perhitungan RAO tegangan struktur
- Lampiran E : Perhitungan Respon Spektra Tegangan struktur
- Lampiran F : Perhitungan Distribusi Rayleigh
- Lampiran G : Perhitungan Distribusi Weibull



DAFTAR TABEL

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai parameter profil gelombang	14
Tabel 2. 2 Nilai parameter kecepatan.....	14
Tabel 2. 3 Parameter frekuensi gelombang.....	15
Tabel 2. 4 Nilai CD & CM	21
Tabel 3. 1 Tabel Data Struktur Hang Tuah MogPu Platform	42
Tabel 3. 2 Elevasi dan Ukuran Chord Hang Tuah MogPu Platform	44
Tabel 3. 3 Data Gelombang (Kondisi Statis)	45
Tabel 3. 4 Distribusi tinggi gelombang (occurrence) perairan Natuna per 1 tahun	46
Tabel 3. 5 Data Koefisien Hidrodinamis.....	46
Tabel 3. 6 Data Marine Growth di atas MSL.....	47
Tabel 3. 7 Data Marine Growth di bawah MSL.....	47
Tabel 3. 8 Beban Vertikal untuk Analisis pada Kondisi Operasional.....	50
Tabel 3. 9 Data Statistik Variabel Penentu Analisa Keandalan (Djarmiko, 2003)	53
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Periode Natural.....	57
Tabel 4.2 Perhitungan Iteratif Parameter Weibull (ξ).....	63
Tabel 4.3 Input Data Perhitungan Indeks Keandalan.....	64
Tabel 4.4 Variabel Design Point	65
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Design Point	66
Tabel 4.6 Iterasi Perhitungan Indeks Keandalan (β).....	66
Tabel 4.7 Indeks Keandalan dan Peluang Kegagalan pada berbagai variasi tegangan ekstrem.....	69



DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik <i>region of validity</i> (API RP 2A, 2003)	9
Gambar 2.2	Gaya gelombang pada Silinder Tegak (Dawson, 1983).....	17
Gambar 2.3	Orientasi Arah Gaya Gelombang pada Silinder Miring (Dawson, 1983)	17
Gambar 2.4	Grafik hubungan C_d sebagai fungsi K (API RP-2A WSD,2003)	20
Gambar 2.5	Grafik hubungan C_m sebagai fungsi K (API RP-2A WSD,2003).....	20
Gambar 2.6	Sambungan Tubular	22
Gambar 2.7	Kurva S-N (API RP2A-WSD, 2003)	25
Gambar 2.8	Spektrum Tegangan.....	28
Gambar 2.9	Mode Operasi Bangunan Laut.....	30
Gambar 2.10	Skema Prediksi Deterministik Kelelahan Bangunan Laut	31
Gambar 2.11	Grafik fungsi kerapatan peluang kegagalan untuk distribusi normal (Karadeniz, 1983)	35
Gambar 2.12	Design point pada batas kegagalan untuk fungsi kinerja linear $g = R - L$...	37
Gambar 2.13	Indeks Keandalan dengan metode AFOSM	38
Gambar 2.14	Design point dan indeks keandalan untuk fungsi kinerja nonlinear.....	39
Gambar 3.1	Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	40
Gambar 3.2	Struktur Hangtuh Mogpu platform (sumber : journal of Arup Energy)	43
Gambar 3.3	Lokasi Struktur Hang Tuah MogPu Platform (ACE MogPu for West Natuna, Doc. 84502-5000-6D-01-0)	47
Gambar 3.4	Model Struktur Hang Tuah MOgPu platform	48
Gambar 3.5	Orientasi Arah Gelombang dalam Pemodelan	51
Gambar 3.6	Prosedur Penurunan Distribusi Tegangan Dengan Analisa Spektral Kurun waktu Panjang.	54
Gambar 3.7	Diagram alir algoritma AFOSM untuk analisa keandalan terhadap kelelahan.....	55
Gambar 4.1	Posisi dan Konfigurasi Joint kritis	58
Gambar 4.2	Grafik Spektrum Jonswap	59
Gambar 4.3	Grafik RAO terhadap frekuensi	60
Gambar 4.4	Grafik respon spektra tegangan arah 315 derajat	60
Gambar 4.5	Distribusi Rayleigh arah 315 derajat	61

Gambar 4.6 Distribusi Weibull (Logaritmik).....62

Gambar 4.7 Grafik Degradasi Keandalan68

Gambar 4.8 Grafik Perubahan Peluang Kegagalan terhadap Umur Kelelahan.....68



BAB I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Suatu struktur bangunan lepas pantai dapat mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh kelelahan (*fatigue*) baik pada komponen struktur utama ataupun sekunder dan tersier. Bangunan lepas pantai cenderung mengalami kelelahan karena secara alami struktur terkena beban lingkungan terutama beban akibat gelombang yang bersifat siklis. Pada prakteknya kerusakan akibat kelelahan sangat tergantung pada mutu fabrikasi dan desain dari struktur itu sendiri. Analisa kelelahan dalam tahap perancangan lebih diarahkan pada identifikasi bagian-bagian struktur dengan probabilitas besar mengalami kelelahan.

Tugas akhir ini akan membahas mengenai analisa keandalan terhadap kelelahan struktur *Jack-up Hang Tuah MOgPU platform* milik Conoco Indonesia INC. Struktur *Jack-Up Hang Tuah MOgPU (Moveable Gas Production Unit) platform* adalah salah satu jenis bangunan lepas pantai yang berupa *Jack-Up Platform* yang terdiri dari 4 kaki, dimana dalam satu kaki terdiri dari 3 *chord* dan menggunakan *K-bracing*, namun dalam platform ini tidak dilengkapi dengan sistem *jacking* (suatu sistem dimana posisi geladak dapat diatur ketinggiannya sesuai kebutuhan dan kondisi operasi). Struktur ini berada di perairan laut Cina Selatan dengan kedalaman 83,1 m dari *Mean Sea Level*.

Adanya pengaruh beban lingkungan (gelombang, arus, dsb) yang bersifat acak dapat mempengaruhi perilaku struktur *jack-up platform*. Seiring dengan berjalannya masa operasi dari struktur maka sangat penting untuk melakukan analisa keandalan terhadap kelelahan untuk mendapatkan indeks keselamatan. Dalam hal ini variabel yang digunakan berupa variabel acak dari beban-beban operasional akibat beban gelombang yang mempengaruhi analisa umur kelelahan dari struktur dengan mempertimbangkan rentang tegangan yang terjadi selama struktur beroperasi.

Pada dasarnya konstruksi anjungan lepas pantai dapat dibedakan menjadi 3 golongan utama, yaitu (Soedjono, J. J, 1998):

- Anjungan terapung (*Mobile Offshore Drilling Unit/MODU* atau *Floating Production Platform*) seperti : *semi submersible, drilling ship, tension leg platform,*

platform, Jack-Up, dll.

- Anjungan terpancang (*Fixed Offshore Platform*), seperti : jacket platform, concrete gravity, tripod, dll.
- Anjungan struktur lentur (*Compliant Platform*), seperti : Articulated Tower, Guyed tower, dll.

Jack-Up platform merupakan struktur kombinasi antara anjungan terpancang (*fixed structure*) dengan anjungan terapung (*floating structure*), dimana struktur ini memiliki kelebihan yang terletak pada struktur kakinya yang dapat dikendalikan (dinaikkan atau diturunkan) sesuai dengan kondisi laut tempat beroperasinya. (Ridloudin, 2004). Kelebihan atau keuntungan lainnya dibanding anjungan terapung (*floating structure*) adalah dengan kondisi terpancang waktu operasi Jack-Up platform memiliki sistem operasi yang lebih efisien tanpa banyak waktu terbuang karena pengaruh lingkungan yang ada. Apabila dibandingkan dengan anjungan yang terpancang (*fixed platform*), jack-up platform dapat dipindahkan dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Dari data statistik kecelakaan total yang terjadi pada struktur lepas pantai jenis MODU terutama jack-up platform lebih dominan daripada struktur jenis lain. Hal ini banyak diakibatkan oleh faktor-faktor seperti : kesalahan operator pada waktu struktur bergerak dan ballasting termasuk akibat adanya kelelahan yang akan mengakibatkan kepecahan pada struktur, terutama pada sambungan-sambungan tubular yang kritis terhadap beban. Untuk itu perlu adanya analisa umur kelelahan struktur untuk mendeteksi adanya retak pada bagian struktur.

Salah satu diantara hal yang sangat penting dalam analisa suatu struktur bangunan lepas pantai adalah melakukan analisa atas kemampuan suatu struktur tersebut untuk memenuhi tujuan desain yang telah ditetapkan, termasuk disini adalah bahwa struktur tidak akan mengalami kegagalan dalam berbagai kondisi kerja (Murdjito, 1996). Sebuah struktur yang mengalami kegagalan dalam operasinya dapat disebabkan oleh beberapa hal, misalnya adanya kondisi alam yang ekstrem, beban yang bekerja pada struktur melebihi kapasitas yang dimiliki oleh struktur itu sendiri, serta fenomena-fenomena lain yang dapat mempengaruhi kinerja dan efektivitas dari struktur. Konsep perancangan struktur yang baik adalah struktur tersebut harus memberikan keamanan terhadap kemungkinan kegagalan yang terjadi selama masa operasi dari struktur. Maka dari analisa perhitungan umur kelelahan yang telah dilakukan langkah selanjutnya adalah melakukan analisa keandalan struktur dengan menentukan besarnya indeks keselamatan.

Pada struktur bangunan laut, banyak ditemui ketidaktentuan beban yang dalam hal ini adalah berupa beban gelombang. Penyederhanaan dalam metode analisis ini dapat dilakukan dengan model peluang matematik dengan terlebih dahulu menentukan variabel acak yang berupa faktor beban dan faktor ketahanan. Hal ini dikarenakan tidak seorangpun yang dapat memprediksi ketentuan atau ketidaktentuan atas suatu kejadian yang dialami oleh struktur selama masa operasinya. Sehingga untuk lebih mempermudah dalam melakukan analisa diambil asumsi-asumsi untuk menyederhanakan ketidaktentuan itu. Penyederhanaan dalam metode analisa keandalan ini dapat dilakukan dengan model peluang matematik dengan terlebih dahulu menentukan variabel acak yang berupa faktor beban dan faktor ketahanan. Keuntungan terbesar penerapan metode probabilitistik atau yang dewasa ini biasa disebut sebagai analisa keandalan dan resiko (*risk & reliabillity analysis*), adalah perancang akan dapat menghasilkan suatu sistem rekayasa yang lebih efisien dan juga memenuhi kualitas standar yang diharapkan. (Djatkiko, 2003)

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini ialah :

Berapa besar indeks keandalan struktur Jack Up Hang Tuah MogPU platform selama pengoperasiannya terhadap kelelahan

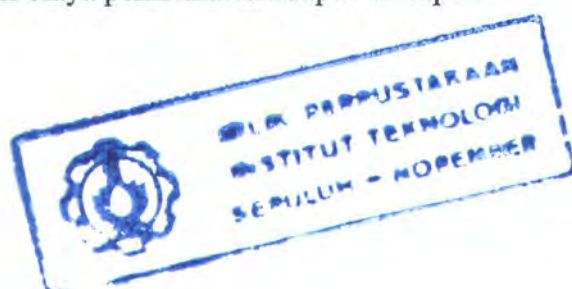
1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dengan penelitian ini ialah :

Untuk mengetahui besarnya indeks keandalan struktur Jack-Up Hang Tuah MogPU paltform terhadap kelelahan selama operasi

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil analisa keandalan terhadap kelelahan ini diharapkan akan mendapatkan keandalan struktur yang dianalisa terhadap kelelahan sehingga didapatkan indeks keselamatan struktur Jack-Up platform. Hasil dari penelitian ini mempengaruhi perencanaan inspeksi sehingga efisiensi biaya pemeliharaan dapat tercapai.



1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun untuk membatasi masalah dalam tugas akhir ini maka ruang lingkup penelitian ditentukan sebagai berikut :

1. Sebagai studi kasus digunakan struktur Hang Tuah MOgPU milik Conoco Indonesia Inc. Ltd. dengan kondisi:
 - Struktur Jack-UP 4 kaki dan kaki dianggap terpancang dengan tumpuan *fixed*.
 - Type kaki yang digunakan *3-chord*.
 - Type *brace* yang digunakan adalah *K-bracing*.
 - Lokasi struktur berada di perairan Laut Cina Selatan dengan kedalaman 83.1 m dari MSL.
2. Beban pada geladak dianggap terpusat pada titik berat geladak dan beban terbagi merata pada setiap kaki Jack-Up.
3. Beban yang bekerja pada struktur adalah beban operasional (*payload*) dan beban lingkungan (beban gelombang).
4. Perhitungan beban gelombang menggunakan persamaan Morison.
5. Analisa perhitungan kelelahan dan keandalan struktur dilakukan pada kondisi pembebanan yang diterima struktur adalah beban *fatigue*.
6. Respons dinamis (tegangan) struktur ditinjau secara global berdasarkan standar API RP2A-WSD tahun 2003.
9. Pendekatan analisa kelelahan menggunakan *Spectral Fatigue Analysis (SFA)* untuk kurun waktu panjang dengan pendekatan diagram S-N.
10. Analisa keandalan struktur dilakukan dengan menggunakan metode AFOSM (*Advanced First Order Second Moment*)

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I. PENDAHULUAN

Bab I menjelaskan tentang latar belakang penelitian yang akan dilakukan, perumusan masalah, tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian, manfaat yang diperoleh, ruang lingkup penelitian untuk membatasi analisa yang dilakukan dalam tugas akhir, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA dan LANDASAN TEORI

Dalam bab II penulisan tugas akhir ini, penulis berpedoman pada beberapa penelitian tentang struktur bangunan lepas pantai yang pernah dilakukan, teori gelombang, aplikasi teori keandalan pada struktur lepas pantai serta ketentuan-ketentuan mengenai struktur yang direkomendasikan oleh API RP2A-WSD.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah pengerjaan dalam penyelesaian tugas akhir, beserta metode-metode yang digunakan. Dalam bab ini juga dijelaskan mengenai pemodelan struktur secara keseluruhan. Pemodelan struktur dilakukan dengan software *GT-Strudl version 28* dan pemodelan beban lingkungan dilakukan dengan bantuan software *GT-Selos*.

BAB IV. ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV bagian analisa hasil dan pembahasan ini akan dilakukan analisa kelelahan dengan metode *Full Spectral Fatigue Analysis* dalam kurun waktu panjang yang dilanjutkan dengan analisa keandalan pada struktur Jack-Up platform dengan menggunakan metode AFOSM. Hasil dari penelitian ini akan dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab V ini menjelaskan tentang kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil analisa keandalan terhadap kelelahan struktur Jack-Up Hang Tuah MOGPU platform serta saran-saran dan tindak lanjut yang dapat dilakukan dari penelitian ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum Struktur Jack-Up Platform

Pada umumnya, struktur Jack-Up platform digunakan untuk produksi dan eksplorasi hidrokarbon. Konstruksi geladak Jack-Up platform merupakan konstruksi yang kedap air sehingga dengan demikian Jack-Up mempunyai daya apung (*bouyancy*) yang memungkinkan untuk berpindah tempat (*moveable*). Sebagai struktur lepas pantai maka kondisi lingkungan terutama beban gelombang mempunyai pengaruh yang cukup signifikan bagi ketahanan struktur. Pemilihan konsep struktur merupakan tahapan awal yang sangat penting bagi keberhasilan struktur anjungan dalam menjalani fungsinya. (Rosyid, D.M, 1996). Yang diharapkan pada konsep perancangan struktur Jack-Up platform adalah supaya mampu mengkombinasikan keunggulan dari konsep perancangan struktur anjungan terpancang (*fixed structure*) dan struktur anjungan terapung (*floating structure*).

Jack-Up platform umumnya memiliki kekakuan lateral yang kecil, seiring dengan bertambahnya kedalaman laut serta memiliki periode natural yang cukup besar dan mulai melebihi batas pada periode gelombang. Untuk mengetahui respons total, analisa dinamis struktur akibat beban gelombang memiliki peranan yang sangat penting. Untuk analisis respons dinamis ada dua domain yang digunakan, yaitu *frequency domain analysis* dan *time domain analysis*. *Frequency domain analysis* sering juga disebut *spectral analysis* adalah simulasi kejadian pada saat tertentu dengan interval frekuensi yang telah ditentukan sebelumnya. Metode ini hanya dapat dipakai untuk kondisi *steady-state* dan sistem linear. Sedangkan *time domain analysis*, digunakan untuk mensimulasikan suatu seri kejadian pada interval waktu tertentu hingga batas waktu perhitungan yang telah diperhitungkan sebelumnya.

Salah satu ukuran kekuatan struktur dapat dilihat dari tingkat kelelahannya. Hal ini disebabkan karena adanya beban siklis yang terjadi pada struktur yang didominasi oleh beban gelombang. Beban siklis yang terjadi akan menyebabkan respons struktur yang berupa konsentrasi tegangan pada member-member struktur. Terdapat beberapa metode

dalam melakukan analisa umur kelelahan pada struktur antara lain : metode deterministik, metode analisis kelelahan yang disederhanakan (*simplified method*), dan metode analisis spektral penuh (*Full Spectral Analysis*)

2.2 Konsep Pembebanan

Pada suatu proses perancangan bangunan lepas pantai, untuk menentukan kemampuan kerja suatu struktur akan dipengaruhi oleh beban yang terjadi pada bangunan tersebut. Sehingga perancang harus menentukan akurasi atau ketepatan beban yang akan diterapkan dalam perancangan. Adapun beban-beban yang harus dipertimbangkan dalam perancangan bangunan lepas pantai adalah sebagai berikut (Soedjono, J.J., 1998):

1. Beban mati (*Dead Load*)
2. Beban hidup (*Live Load*)
3. Beban akibat kecelakaan (*Accidental Load*)
4. Beban lingkungan (*Environmetal Load*)

Sedangkan beban lingkungan yang didominasi oleh beban gelombang dapat menyebabkan suatu struktur mengalami kelelahan. Beban gelombang yang terjadi bersifat siklis, yang berulang secara periodik memberikan kontribusi beban kelelahan pada struktur dapat diklasifikasikan menjadi 4 kategori berikut ini (Munse et al, 1983) :

- Beban silkis frekuensi rendah (quasi-statis), terutama ditimbulkan oleh eksitasi gelombang pada struktur. Intensitas beban gelombang yang bekerja pada struktur tergantung pada tinggi gelombang, arah gelombang datang, serta periode gelombang.
- Beban-beban siklis frekuensi tinggi (dinamis). Selama umur operasinya sebuah bangunan laut dapat mengalami beban dinamis dengan siklus sejumlah $\pm 10^6$ kali.
- Beban siklis oleh air tenang yang terjadi akibat perubahan berat struktur dan gaya apung.
- Beban siklis yang timbul karena gradien panas tak beraturan pada struktur bangunan laut. Perubahan panas terutama disebabkan oleh pengaruh cuaca, perbedaan temperatur air dan udara, serta intensitas pancaran sinar matahari.

Derajat kemudahan struktur mengalami beban siklis secara umum akan tergantung dari bentuk atau konfigurasinya, yang selanjutnya dapat menentukan respons struktur tersebut terhadap eksitasi gelombang laut. Akumulasi beban berulang pada struktur, meskipun

besarnya tiap-tiap komponen beban tidak berlebihan, secara gradual menurunkan kekuatan struktur. Penurunan kekuatan ini terutama disebabkan oleh kelelahan sub-struktur ataupun member pada struktur.

2.3 Teori Gelombang

Banyak teori gelombang yang telah dikembangkan untuk diterapkan sesuai dengan kondisi perairan tertentu, yang penurunannya tergantung pada parameter-parameter yang khusus, seperti kedalaman air, tinggi dan periode gelombang. Dalam perhitungan beban gelombang, maka teori gelombang yang digunakan disesuaikan dengan grafik validitas teori gelombang berdasarkan parameter H/gT^2 dan d/gT^2 (Chakrabarti, 1987) seperti terlihat pada *Gambar 2.1*

Perhitungan panjang gelombang pada perairan tertentu secara teoritis dapat dihitung dengan rumusan berikut :

$$L_0 = gT^2/2\pi \quad (2.1)$$

Untuk memperkecil kesalahan yang mungkin terjadi, maka dilakukan beberapa kali iterasi sampai errornya 0.0001.

$$k = 2\pi/L \quad (2.2)$$

$$L = gT^2/2\pi \tanh(kd) \quad (2.3)$$

Beban gelombang yang bekerja merupakan penjumlahan dari gaya-gaya yang terjadi, yaitu *drag force*, *inertia force* dan *Froude-Krylov force*. Dengan menggunakan pendekatan, maka suku linier (*drag force*) dapat dijumlahkan secara langsung dengan suku non linier (*Inertia Force* dan *Froude-Krylov Force*). Maka untuk analisa gelombang selanjutnya digunakan persamaan sebagai berikut Morrison yang berlaku apabila $D/\lambda < 0.2$ (Dawson T.H. , 1983).

$$F_d = \frac{1}{2} C_d \rho D u |u| \quad (2.4)$$

$$F_i = C_m \rho A \ddot{u} \quad (2.5)$$

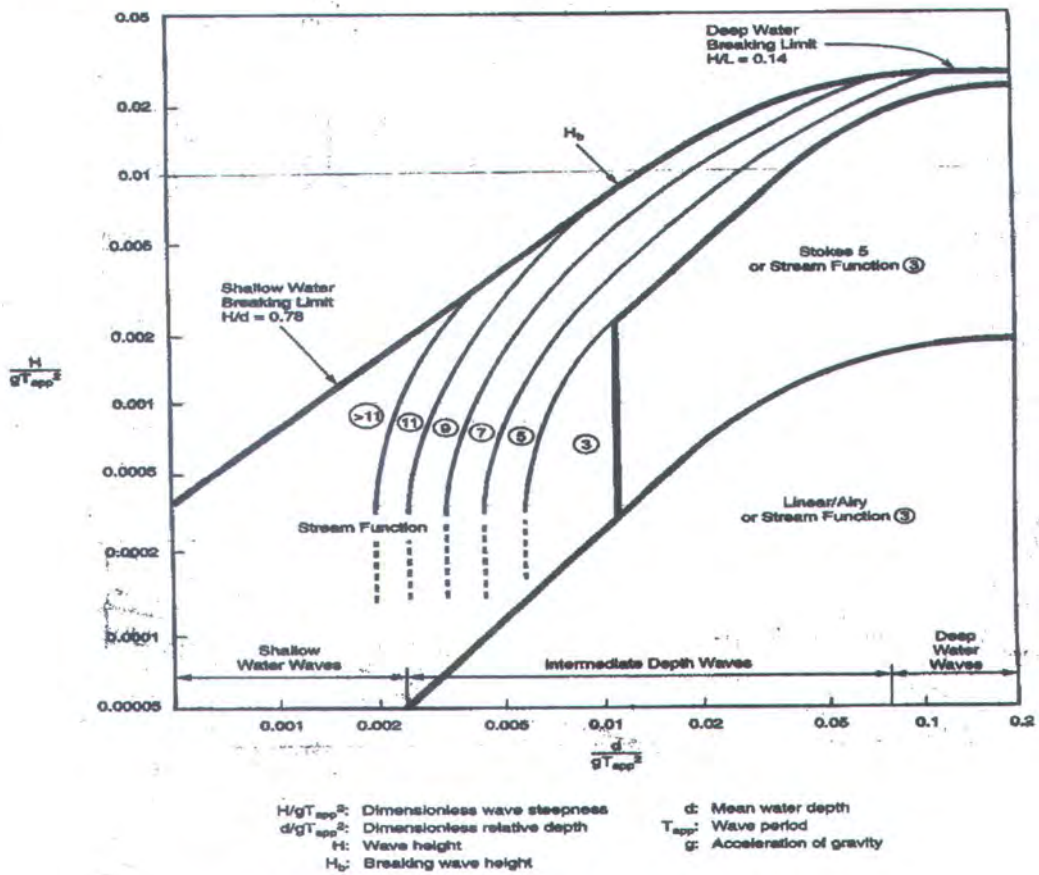
$$F = F_i + F_d \quad (2.6)$$

dimana :

- C_d adalah koefisien drag
- C_m adalah koefisien inersia
- ρ adalah massa jenis air laut (Kg/m^3)

- D adalah diameter silinder (m)
- A adalah luasan penampang (m²)
- u adalah kecepatan horizontal fluida (m/dt)
- \ddot{u} adalah percepatan horizontal partikel fluida (m/dt²)

Teori gelombang yang sering digunakan dalam analisa struktur *Jack-Up* adalah teori *linier airy* dan teori gelombang *non-linier stokes orde 5*.



Gambar 2.1 Grafik region of validity (API RP 2A, 2003)

2.3.1 Teori Gelombang Airy

Teori gelombang laut reguler yang biasa digunakan adalah teori gelombang *Airy*. Teori ini dikembangkan berdasarkan asumsi bahwa tinggi gelombang relatif kecil dibandingkan dengan panjang gelombang ataupun kedalaman perairan. Profil gelombang sinusoidal dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$\zeta = \frac{H}{2} \cos(kx - \omega t) \quad (2.7)$$

dimana :

ζ = Profil permukaan gelombang

H = Tinggi gelombang

k = angka gelombang = $2\pi / \lambda$

ω = Frekuensi gelombang

λ = Panjang gelombang

Kecepatan partikel dari gelombang *Airy* dapat dirumuskan :

$$u = \frac{\omega H}{2} \frac{\cosh ky}{\sinh kd} \cos(kx - \omega t) \quad (2.8)$$

$$v = \frac{\omega H}{2} \frac{\sinh ky}{\sinh kd} \sin(kx - \omega t) \quad (2.9)$$

Sedangkan untuk percepatan partikel air berlaku :

$$a_x = \frac{\omega^2 H}{2} \frac{\cosh ky}{\sinh kd} \sin(kx - \omega t) \quad (2.10)$$

$$a_y = -\frac{\omega^2 H}{2} \frac{\sinh ky}{\sinh kd} \cos(kx - \omega t) \quad (2.11)$$

dimana :

u = kecepatan partikel air arah horisontal (m/det)

v = kecepatan partikel air arah vertikal (m/det)

a_x = percepatan partikel air arah horisontal (m/det²)

a_y = percepatan partikel air arah horisontal (m/det²)

d = kedalaman air (m)

y = sumbu vertikal (m)

2.3.2 Teori Gelombang Stokes Orde 5

Teori stokes orde 5 ini ditemukan oleh Skjelbreia (1959) dan Wiegel (1964) yang digunakan dalam analisis keakuratan pada kecuraman gelombang H/λ . Teori ini kemudian dikembangkan oleh Skjelbreia dan Hendrickson (1961). Persamaan kecepatan partikel air berawal dari persamaan berikut :

$$u = \frac{\partial \phi}{\partial x} \quad (2.12)$$

$$w = \frac{\partial \phi}{\partial z} = \frac{\partial \phi}{\partial s} \quad (2.13)$$

Dari persamaan di atas, didapat persamaan kecepatan partikel air seperti di bawah ini:

$$u = C \sum_{n=1}^5 n F_n \cos n\theta \cosh nks \quad (2.14)$$

$$w = C \sum_{n=1}^5 n F_n \sin n\theta \sinh nks \quad (2.15)$$

Dari persamaan kecepatan di atas didapat diferensial berupa percepatan partikel air laut sebagai berikut :

$$\frac{\partial u}{\partial t} = kc^2 \sum_{n=1}^5 n^2 F_n \sin n\theta \cosh nks \quad (2.16)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} = kc^2 \sum_{n=1}^5 n^2 F_n \cos n\theta \sinh nks \quad (2.17)$$

Persamaan profil gelombang (η) pada *Still Water Level* (SWL) adalah :

$$\eta = \frac{1}{k} \sum_{n=1}^5 n F_n \cos(kx - \omega t) \quad (2.18)$$

Untuk mendapatkan harga F_n diperlukan perhitungan sebagai berikut :

$$S = \sinh kd \quad \theta = kx - \omega t$$

$$C = \cosh kd \quad k = 2\pi / L$$

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh kd = \text{kecepatan gelombang (celerity)}$$

dimana:

$$A_{11} = \frac{1}{s}$$

$$A_{13} = \frac{-c^2(5c^2 + 1)}{8s^5}$$

$$ac = 18 - 249c^2$$

$$A_{15} = \frac{-(1.184c^{10} - 1.440c^8 - 1.992c^6 + 2.641c^4 + ac)}{1.536s^{11}}$$

$$A_{22} = \frac{3}{8s^4}$$

$$A_{24} = \frac{192c^8 - 424c^6 - 312c^4 + 480c^2 - 17}{768s^{10}}$$

$$A_{33} = \frac{13 - 4c^2}{64s^7}$$

$$ac = 512c^{12} = 4.224c^{10}$$

$$A_{35} = \frac{ac - 6.800c^8 - 12.808c^6 + 16.704c^4 - 3.154c^2 + 107}{4.096s^{13}(6c^2 - 1)}$$

$$A_{44} = \frac{80c^6 - 816c^4 + 1.338c^2 - 197}{1.536s^{10}(6c^2 - 1)}$$

$$ac5 = 163.470c^2 - 16.245$$

$$A_{55} = \frac{-(2.880c^{10} - 72.480c^8 + 324.000c^6 - 432.000c^4 + ac5)}{61.440s^{11}(6c^2 - 1)(8c^4 - 11c^2 + 3)}$$

$$B_{22} = \frac{(2c^2 + 1)c}{4s^3}$$

$$B_{24} = \frac{c(272c^8 - 504c^6 - 192c^4 + 322c^2 + 21)}{384s^9}$$

$$B_{33} = \frac{3(8c^6 + 1)}{64s^6}$$

$$bc = 88.128c^{14} - 208.224c^{12} + 70.84c^{10}$$

$$B_{35} = \frac{bc + 54.000c^8 - 21.816c^6 + 6.264c^4 - 54c^2 - 81}{12.288s^{12}(6c^2 - 1)}$$

$$B_{44} = \frac{c(768c^{10} - 448c^8 - 48c^6 + 48c^4 + 106c^2 - 21)}{384s^9(6c^2 - 1)}$$

$$bc5 = 192.000c^{16} - 262.720c^{14} + 83.680c^{12} + 20.160c^{10}$$

$$B_{55} = \frac{bc5 - 7.280c^8 + 7.160c^6 - 1.800c^4 - 1.050c^2 + 225}{12.288s^{10}(6c^2 - 1)(8c^4 - 11c^2 + 3)}$$

$$C_1 = \frac{8c^4 - 8c^2 + 9}{8s^4}$$

$$cc = 3.840c^{12} - 4.096c^{10}$$

$$C_2 = \frac{cc + 2.592c^8 - 1.008c^6 + 5.944c^4 - 1.830c^2 + 147}{512s^{10}(6c^2 - 1)}$$

$$C_3 = \frac{-1}{4sc}$$

$$C_4 = \frac{12c^8 + 36c^6 - 162c^4 + 141c^2 - 27}{192cs^9}$$

Dari perhitungan di atas didapat harga λ dengan menggunakan iterasi, yaitu :

$$KC^2 = g \tanh kd (1 + \lambda^2 C_1 + \lambda^4 C_2)$$

$$KH = 2 [\lambda + \lambda^3 B_{33} + \lambda^5 (B_{35} + B_{55})]$$

Setelah nilai λ didapat, maka dapat dihitung nilai F_n , yaitu :

$$F_1 = \lambda A_{11} + \lambda^3 A_{13} + \lambda^5 A_{15}$$

$$F_2 = \lambda^2 A_{22} + \lambda^4 A_{24}$$

$$F_3 = \lambda^3 A_{33} + \lambda^5 A_{35}$$

$$F_4 = \lambda^4 A_{44}$$

$$F_5 = \lambda^5 A_{55} \quad (2.19)$$

Setelah nilai dari F_n didapat, maka perhitungan kecepatan dan percepatan air laut dapat dilakukan. Dengan F_{22} , F_{24} dan lain-lain menyatakan parameter profil gelombang yang berdasarkan pada nilai kd dan a yang menyatakan parameter tinggi gelombang melalui persamaan 2.20 sebagai berikut (Dawson T.H, 1983):

$$kH = 2[a + a^3 F_{33} + a^5 (F_{35} + F_{55})]$$

Kecepatan perambatan partikel air adalah sebagai berikut :

❖ Kecepatan partikel

$$u = \frac{\omega}{k} \sum_{n=1}^5 G_n \frac{\cosh nky}{\sinh nky} \cos n(kx - \omega t) \quad (2.20)$$

❖ Percepatan partikel

$$a = \frac{kc^2}{2} \sum_{n=1}^5 R_n \sin n(kx - \omega t) \quad (2.21)$$

dimana:

$$G_1 = aG_{11} + a^3 G_{13} + a^5 G_{15}$$

$$G_2 = 2(a^2 G_{22} + a^4 G_{24})$$

$$G_3 = 3(a^3 G_{33} + a^5 G_{35})$$

$$G_4 = 4a^4 G_{44}$$

$$G_5 = 5a^5 G_{55}$$

Dengan G_{11} , G_{13} dan lain lain merupakan parameter kecepatan gelombang berdasarkan pada nilai kh. Parameter F_{22} , F_{24} , G_{11} dan lain-lain didapatkan dari Skjelbreia dan Hendrickson seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai parameter profil gelombang (Skjelbreia dan Hendrickson , 1961)

d / λ	F_{22}	F_{24}	F_{33}	F_{35}	F_{44}	F_{55}
0.10	3.892	-28.61	13.09	-138.6	44.99	163.8
0.15	1.539	1.344	2.381	6.935	4.147	7.935
0.20	0.927	1.398	0.996	3.679	1.259	1.734
0.25	0.699	1.064	0.630	2.244	0.676	0.797
0.30	0.599	0.893	0.495	1.685	0.484	0.525
0.35	0.551	0.804	0.435	1.438	0.407	0.420
0.40	0.527	0.759	0.410	1.330	0.371	0.373
0.50	0.507	0.722	0.384	1.230	0.344	0.339
0.60	0.502	0.712	0.377	1.205	0.337	0.329

Tabel 2. 2 Nilai parameter kecepatan (Skjelbreia dan Hendrickson , 1961)

d / λ	G_{11}	G_{13}	G_{15}	G_{22}	G_{24}	G_{33}	G_{35}	G_{44}	G_{55}
0.10	1.000	-7.394	-12.73	2.996	-48.14	5.942	-121.7	7.671	0.892
0.15	1.000	-2.320	-4.864	0.860	-0.907	0.310	2.843	-0.167	-0.257
0.20	1.000	-1.263	-2.266	0.326	0.680	-0.017	1.093	-0.044	0.006
0.25	1.000	-0.911	-1.415	0.154	0.673	-0.030	0.440	-0.005	0.005
0.30	1.000	-0.765	-1.077	0.076	0.601	-0.020	0.231	0.002	0.001
0.35	1.000	-0.696	-0.925	0.038	0.556	-0.012	0.152	0.002	0.000
0.40	1.000	-0.662	-0.850	0.020	0.528	-0.006	0.117	0.001	0.000
0.50	1.000	-0.635	-0.790	0.006	0.503	-0.002	0.092	0.000	0.000
0.60	1.000	-0.628	-0.777	0.002	0.502	-0.001	0.086	0.000	0.000

Percepatan partikel air dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$a_x = \frac{kc^2}{2} \sum_{n=1}^5 R_n \sin n(kx - \omega t) \quad (2.22)$$

$$a_z = \frac{-kc^2}{2} \sum_{n=1}^5 S_n \cos n(kx - \omega t) \quad (2.23)$$

dimana koefisien R_n dan S_n adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} R_1 &= 2U_1 - U_1U_2 - V_1V_2 - U_2U_3 - V_2V_3 \\ R_2 &= 4U_2 - U_1^2 + V_1^2 - 2U_1U_3 - 2V_1V_3 \\ R_3 &= 6U_3 - 3U_1U_2 + 3V_1V_2 - 3U_1U_4 - 3V_1V_4 \\ R_4 &= 8U_4 - 2U_2^2 + 2V_2^2 - 4U_1U_3 + 4V_1V_3 \\ R_5 &= 10U_5 - 2U_1U_4 - 5U_2U_3 + 5V_2V_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_0 &= -2U_1V_1 \\ S_1 &= 2V_1 - 3U_1V_2 - 3U_2V_1 - 5U_2V_3 - 5U_3V_2 \\ S_2 &= 4V_2 - 4U_1V_3 - 4U_3V_1 \\ S_3 &= 6V_3 - U_1V_2 + U_2V_1 - 5U_1V_4 - 5U_4V_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_4 &= 8V_4 - 2U_1V_3 + 2U_3V_1 + 4U_2V_2 \\ S_5 &= 10V_5 - 3U_1V_4 + 3U_4V_1 - U_2V_3 + U_3V_2 \end{aligned}$$

dimana:

$$\begin{aligned} U_n &= Gn \frac{\cosh nky}{\sinh nkh} \\ V_n &= Gn \frac{\sinh nky}{\sinh nkh} \end{aligned}$$

Kecepatan rambat gelombang dengan formulasi :

$$c = \left[\frac{g}{k} (1 + a^2 C_1 + a^4 C_2) \tanh kh \right]^{\frac{1}{2}} \tag{2.24}$$

C_1 dan C_2 adalah parameter frekuensi gelombang yang nilainya didapatkan dari Tabel 2. 3 di bawah ini :

Tabel 2. 3 Parameter frekuensi gelombang(Skjelbreia dan Hendrickson , 1961)

d / λ	C_1	C_2
0.10	8.791	383.7
0.20	1.549	19.82
0.30	1.107	2.568
0.40	1.027	1.532
0.5	1.008	1.28

2.4 Gaya gelombang pada silinder tegak

Dalam menghitung gaya gelombang pada struktur dibutuhkan model dari kondisi gelombang yang didapat dari pencatatan data gelombang, arus dan angin dari lokasi yang direncanakan (Sarpkaya, 1981). Gaya gelombang yang bekerja pada silinder tegak merupakan penjumlahan langsung dari gaya *inersia* dan gaya *drag*. Sedangkan gaya *inersia* merupakan penjumlahan antara gaya *froude-krylov* dengan gaya yang disebabkan oleh massa tambah.

Dalam perhitungan gaya gelombang bangunan lepas pantai maka persamaan Morrison sering dipakai (Chakrabarti, 1987). Untuk dapat memakai rumusan Morrison ini maka perlu lebih dahulu mengetahui batasan – batasan yang digunakan oleh Morrison dalam menghitung gaya yang ditimbulkan oleh gelombang. Secara lengkap syarat – syarat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

$D/\lambda > 1$: pada kondisi ini gelombang mendekati pemantulan murni

$D/\lambda > 0.2$: pertambahan gaya gelombang oleh difraksi gelombang perlu diperhatikan

$D/\lambda < 0.2$: penggunaan rumus *Morrison* adalah valid.

Persamaan yang diberikan oleh Morrison untuk perhitungan beban gelombang, yaitu:

$$F_w = \int_0^z (F_d + F_i) dz$$

$$F_w = \int_0^z \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_d \cdot D \cdot u|u| + \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \rho \cdot C_m \cdot a_x \right) dz \quad (2.25)$$

dimana :

F_w = gaya gelombang per unit panjang

F_d = gaya *drag* per unit panjang

F_i = gaya *inersia* per unit panjang

D = diameter luar *member Chord*

C_d = koefisien *drag* untuk *Chord*

C_m = koefisien *inersia* untuk *Chord*

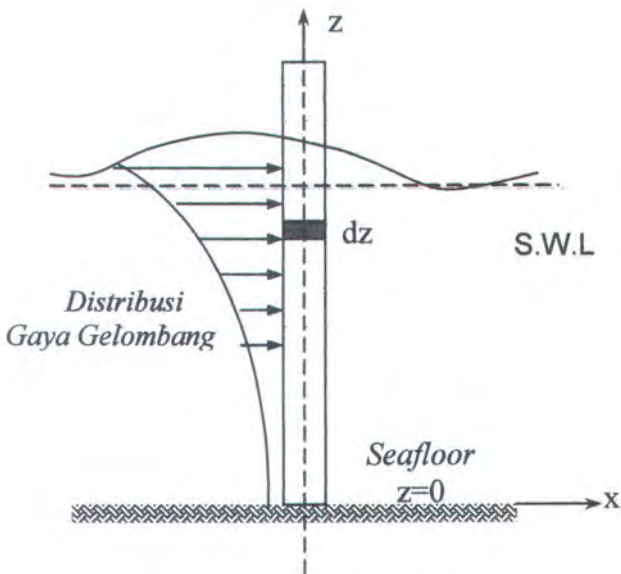
ρ = massa jenis air laut

u = kecepatan horisontal partikel air laut

a_x = percepatan horisontal partikel air laut

Untuk melinierkan suku $u|u|$ pada persamaan Gaya *drag* memakai formulasi sebagai berikut (Dawson, 1983) :

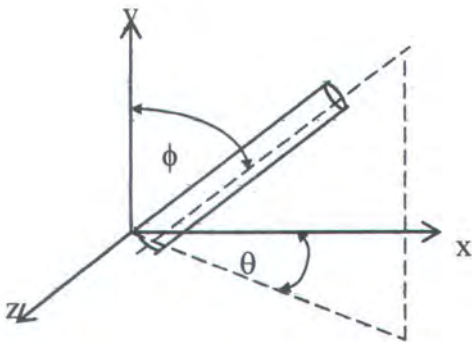
$$u|u| = \frac{8}{3 \cdot \pi} \cdot u^2 \tag{2.26}$$



Gambar 2.2 Gaya gelombang pada Silinder Tegak (Dawson, 1983)

2.4.1 Beban gelombang pada silinder miring

Untuk perhitungan beban gelombang pada *brace* baik *horizontal* maupun *diagonal* digunakan rumus Morrison yang telah dimodifikasi (Chakrabarty, 1987) untuk menghitung gaya gelombang pada silinder miring dengan arah sembarang. Dalam rumusan ini kecepatan dan percepatan diuraikan menjadi dua (2) komponen, yaitu normal dan tangensial terhadap sumbu aksis lokal silinder, tetapi dalam aplikasinya hanya komponen normal saja yang digunakan untuk menghitung besarnya gaya gelombang



Gambar 2.3 Orientasi Arah Gaya Gelombang pada Silinder Miring (Dawson, 1983)

Silinder akan dilalui oleh partikel air yang mempunyai kecepatan horizontal u dan kecepatan vertikal v , percepatan horizontal a_x , dan percepatan vertikal a_y . Dengan menggunakan transformasi sumbu koordinat dapat ditentukan arah silinder terhadap masing-masing sumbu koordinat. Harga dari komponen – komponen normal (∇) terhadap silinder aksis adalah :

$$\nabla = \left[u^2 + v^2 - (c_x u + c_y v)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.27)$$

Komponen kecepatan normal yang searah dengan sumbu x , t , dan z berturut – turut adalah:

$$\begin{aligned} u_n &= u - c_x (c_x u + c_y v) \\ v_n &= v - c_y (c_x u + c_y v) \\ w_n &= -c_z (c_x u + c_y v) \end{aligned} \quad (2.28)$$

dimana :

$$\begin{aligned} c_x &= \sin \phi \cdot \cos \theta \\ c_y &= \cos \theta \\ c_z &= \sin \phi \cdot \sin \theta \end{aligned}$$

Komponen percepatan normal dalam arah x , y , dan z diberikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} a_{nx} &= a_x - c_x (c_x a_x + c_y a_y) \\ a_{ny} &= a_y - c_y (c_x a_x + c_y a_y) \\ a_{nz} &= -c_z (c_x a_x + c_y a_y) \end{aligned} \quad (2.29)$$

Dengan demikian rumusan Morrison untuk gaya per satuan panjang untuk masing – masing sumbu menjadi :

$$\begin{aligned} \partial F_x &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_d \cdot D \cdot \nabla \cdot u_n + \frac{1}{4} \cdot \rho \cdot \pi \cdot D^2 \cdot C_m \cdot a_{nx} \\ \partial F_y &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_d \cdot D \cdot \nabla \cdot v_n + \frac{1}{4} \cdot \rho \cdot \pi \cdot D^2 \cdot C_m \cdot a_{ny} \\ \partial F_z &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_d \cdot D \cdot \nabla \cdot w_n + \frac{1}{4} \cdot \rho \cdot \pi \cdot D^2 \cdot C_m \cdot a_z \end{aligned} \quad (2.30)$$

Gaya yang bekerja sepanjang pipa diperoleh dengan jalan mengintegrasikan gaya per satuan panjang pada persamaan di atas sepanjang pipa silinder, menjadi :

$$\begin{aligned}
 F_x &= \int \partial F_x ds \\
 F_y &= \int \partial F_y ds \\
 F_z &= \int \partial F_z ds
 \end{aligned}
 \tag{2.31}$$

Pada akhirnya didapatkan bahwa gaya total yang bekerja pada silinder adalah:

$$F = (F_x^2 + F_y^2 + F_z^2)^{\frac{1}{2}} \tag{2.32}$$

2.4.2 Koefisien hidrodinamis

Penelitian yang cukup banyak telah dilakukan untuk mendapatkan harga koefisien hidrodinamis, baik yang dilakukan di laboratorium maupun langsung dilakukan di lapangan. Hasil penelitian sangat beragam. Ketidakteraturan hasil penelitian tersebut disebabkan oleh banyak faktor, antara lain jumlah dan arah gelombang, perbedaan teori gelombang yang digunakan, efek *free-surface*, kekasaran akibat *marine growth*, arus, formasi *vortex* dan lain sebagainya. Perintis dalam penelitian nilai koefisien hidrodinamis tersebut adalah Keulegan dan Carpenter.

Penelitian di laboratorium yang dilakukan untuk mendapatkan hubungan antara c_d , c_m dan c_l dengan *Reynold Number* (Re) dan *Keulegan-Carpenter Number*. Percobaan dilakukan dengan meletakkan silinder pada bagian horisontal dari *U-Tube* dan air di dalam kolom *U-Tube* digerakkan secara teratur melewati silinder. Hasil percobaan itu menunjukkan c_d dan c_m pada silinder halus adalah fungsi Re dan KC (Sarpkaya, 1976).

$$Re = \frac{uD}{\nu} \tag{2.33}$$

$$KC = \frac{uT}{D} \tag{2.34}$$

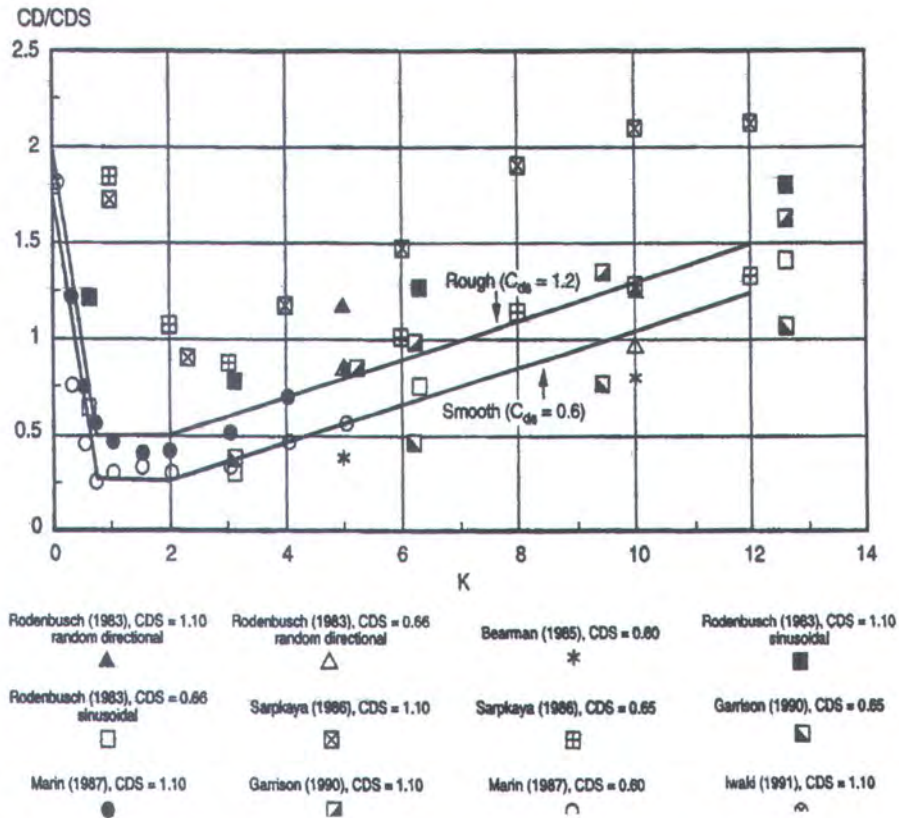
dimana:

u = kecepatan partikel gelombang (m/s)

D = diameter silinder (m)

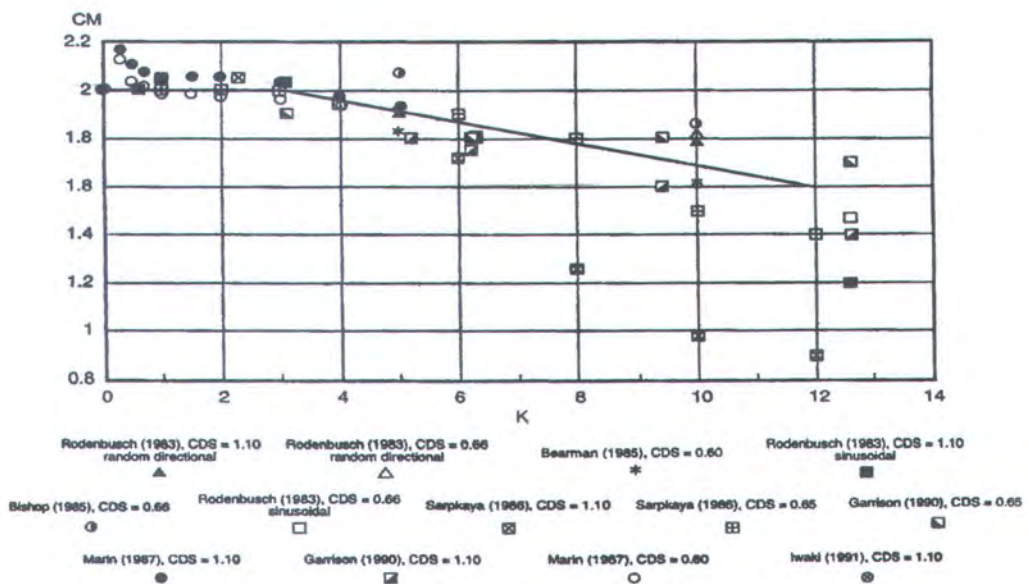
T = Periode gelombang (s)

ν = viskositas kinematis fluida (m^2/s)



Gambar 2.4 Grafik hubungan C_d sebagai fungsi K (API RP-2A WSD,2003)

Untuk grafik yang menyatakan hubungan antara C_m dan K terdapat pada Gambar 2.5 di bawah ini :



Gambar 2.5 Grafik hubungan C_m sebagai fungsi K (API RP-2A WSD,2003)

Sedangkan menurut API RP-2A WSD harga C_D dan C_M pada silinder ditentukan sebagai berikut

Tabel 2. 4 Nilai C_D & C_M

	C_D	C_M
Permukaan Halus	0.65	1.6
Permukaan Kasar	1.05	1.2

Hal ini disebabkan untuk *offshore structure* nilai C_d dan C_m berada pada range sebelah kanan dilihat dari grafik Gambar 2.4 dan Gambar 2.5. Nilai C_d akan bertambah sesuai kekasarannya, sedangkan nilai C_m sebaliknya semakin berkurang.

2.5 Analisa Fatigue (Kelelahan)

Struktur lepas pantai banyak sekali mengalami beban yang sifatnya berulang (siklis) yang menyebabkan berkurangnya kekuatan. Fenomena ini dikenal dengan kelelahan, dan secara esensial ditandai dengan proses keretakan (*crack*) dan pada proses selanjutnya terjadi penjararan (*propagation*) dan kerusakan (Sutomo,1997). Definisi dari kelelahan sendiri merupakan suatu proses yang merupakan akumulasi kerusakan material yang terjadi pada daerah dimana terjadi konsentrasi tegangan (*hot spot stress*) karena adanya variasi beban selama umur operasi (*service time*) dari *jack-up platform*. Hal ini disebabkan adanya beban siklis yang terjadi pada struktur yang didominasi oleh beban gelombang. Beban siklis yang terjadi akan menyebabkan respon struktur yang berupa konsentrasi tegangan pada member-member struktur. Terdapat beberapa metode untuk analisa umur kelelahan pada struktur antara lain : metode deterministik, metode analisis kelelahan yang disederhanakan (*simplified method*), dan analisis spektral penuh (*Spectral Fatigue Analysis*). Analisa kelelahan penting dilakukan untuk memprediksi besar relatif dari *fatigue life* pada sambungan kritis.

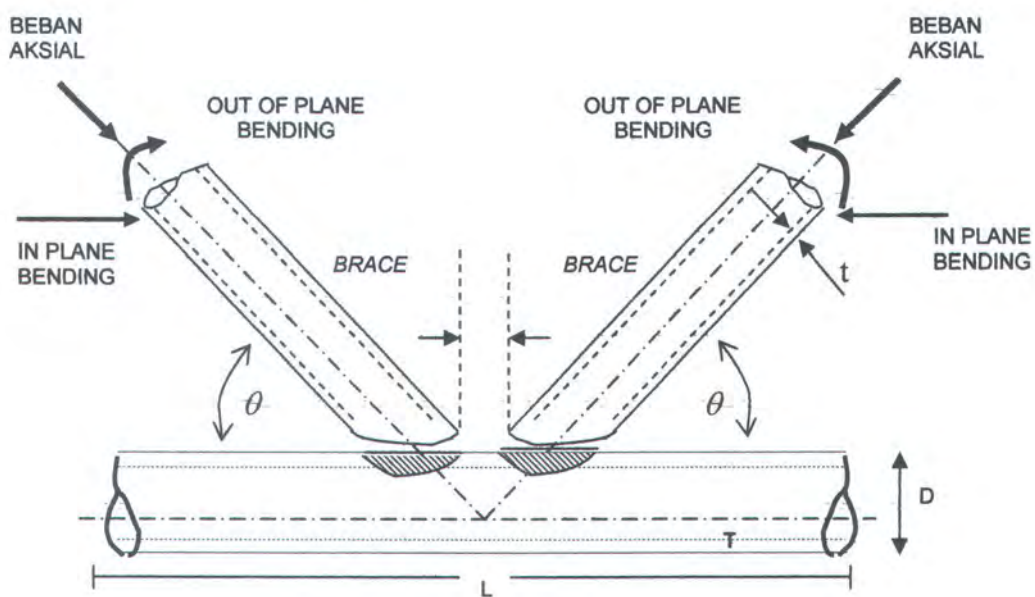
Beberapa parameter yang mempengaruhi kelelahan pada tubular joint dan digunakan sebagai pertimbangan oleh perancang adalah (UEG,1985) :

- 1. Geometri dari tubular joint.
- 2. Tipe, amplitudo, dan distribusi beban yang bekerja pada struktur.
- 3. Proses fabrikasi.

4. Proses setelah fabrikasi yang dilakukan pada tubular joint untuk memperbaiki umur kelelahan dan aspek yang lain.
5. Kondisi lingkungan pada saat pertama kali terjadi retak dan perambatannya.
6. Beban statis pada chord

Dalam penentuan umur kelelahan struktur, maka satu hal yang perlu diperhatikan adalah Faktor Konsentrasi Tegangan (*Stress Concentration factor*). Besarnya konsentrasi tegangan tergantung dari jenis atau tipe sambungan *tubular joint*. Penentuan nilai SCF dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain dengan pemodelan fisik, pemakaian formula matematis dan pemodelan matematis dengan Metode Elemen Hingga.

Penentuan SCF juga sangat dipengaruhi oleh parameter geometris suatu sambungan *tubular joint* seperti diuraikan dalam Gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.6 Sambungan Tubular

2.5.1 Tipe Sambungan

Dalam API RP-2A sambungan tubular dapat diklasifikasikan menjadi K, T dan Y dan cross joint. Parameter-parameter dalam tubular joint adalah:

$$\alpha = 2L/D$$

$$\tau = t/T$$

$$\beta = d/D$$

$$\xi = g/D$$

$$\gamma = D/2T$$

$$\theta = \text{sudut antara brace dan chord}$$

dimana:

- L = panjang chord
- D = diameter terluar chord
- d = diameter terluar brace
- T = tebal chord
- t = tebal brace
- g = jarak ujung ke ujung antara brace terluar dari joint K-T
- g₁ = jarak ujung ke ujung brace terluar pertama dan brace T dari joint K-T
- g₂ = jarak ujung ke ujung antara brace terluar kedua dan brace T joint K-T

2.5.2 Faktor Konsentrasi Tegangan

Faktor Konsentrasi Tegangan atau *Stress Concentration Factor* (SCF) merupakan perbandingan antara tegangan *hot spot stress* dan tegangan nominal pada *brace*, yang secara sistematis dinyatakan dengan (API RP 2A- WSD):

$$SCF = \frac{\sigma_{maks}}{\sigma_n} \quad (2.35)$$

Besarnya Faktor Konsentrasi Tegangan (SCF) untuk tiap sambungan akan berbeda tergantung pada geometrinya. Konsentrasi tegangan menggambarkan suatu kondisi dimana telah terjadi tegangan lokal yang tinggi akibat dari geometri sambungan tersebut, sehingga dibutuhkan keakuratan yang tinggi dalam penentuan nilai tegangan *hot spot* atau nilai Faktor Konsentrasi Tegangan (SCF) untuk jenis sambungan yang berbeda.

Untuk mencari besar dari SCF dapat dilakukan dengan pengukuran langsung yaitu dengan eksperimen dengan menggunakan strain gage atau dengan menggunakan rumus-rumus pendekatan (Kuang, Smedley dll). Persamaan Kuang diberikan dengan parameter batas sebagai berikut :

$$\begin{array}{lll} 7 \leq \alpha \leq 40 & 0.3 \leq \beta \leq 0.8 & 8.3 \leq \gamma \leq 33.3 \\ 0.2 \leq \tau \leq 0.8 & 0.02 \leq \xi \leq 1.0 & 30^\circ \leq \theta \leq 90^\circ \end{array}$$

- Persamaan Kuang untuk Chord :

$$SCF_{AX/T,Y} = 1.981 \alpha^{0.057} e^{-1.2\beta^3} \gamma^{0.08} \tau^{1.33} \sin^{1.694} \theta \quad (2.36)$$

$$SCF_{IPB/T,Y} = 0.702 \beta^{-0.4} \gamma^{0.6} \tau^{8.860} \sin^{0.57} \theta \quad (2.37)$$

$$SCF_{OPB/T,Y} = 1.020 \beta^{0.787} \gamma^{1.014} \tau^{0.889} \sin^{1.557} \theta \quad (2.38)$$

$$SCF_{OPB/T,Y} = 0.462\beta^{-0.619}\gamma^{1.014}\tau^{0.889}\sin^{1.557}\theta \quad (2.39)$$

- Persamaan Kuang Untuk Brace :

$$SCF_{AX/T,Y} = 3.751\alpha^{0.120}e^{-1.35\beta^3}\gamma^{0.550}\tau^{1.33}\sin^{1.94}\theta \quad (2.40)$$

$$SCF_{IPB/T,Y} = 1.301\beta^{0.23}\gamma^{0.6}\tau^{0.38}\sin^{0.21}\theta \quad (2.41)$$

$$SCF_{OPB/T,Y} = 1.522\beta^{0.801}\gamma^{0.852}\tau^{0.543}\sin^{2.033}\theta \quad (2.42)$$

$$SCF_{OPB/T,Y} = 0.796\beta^{-0.281}\gamma^{0.852}\tau^{0.543}\sin^{2.033}\theta \quad (2.43)$$

- Persamaan Smedley

Persamaan Smedley diberikan dengan parameter batas sebagai berikut :

$$8 \leq \alpha \leq 40 \quad 0.13 \leq \beta \leq 1.0 \quad 12 \leq \gamma \leq 32$$

$$0.25 \leq \tau \leq 1 \quad 30^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$$

Persamaan smedley untuk posisi sadel pada chord :

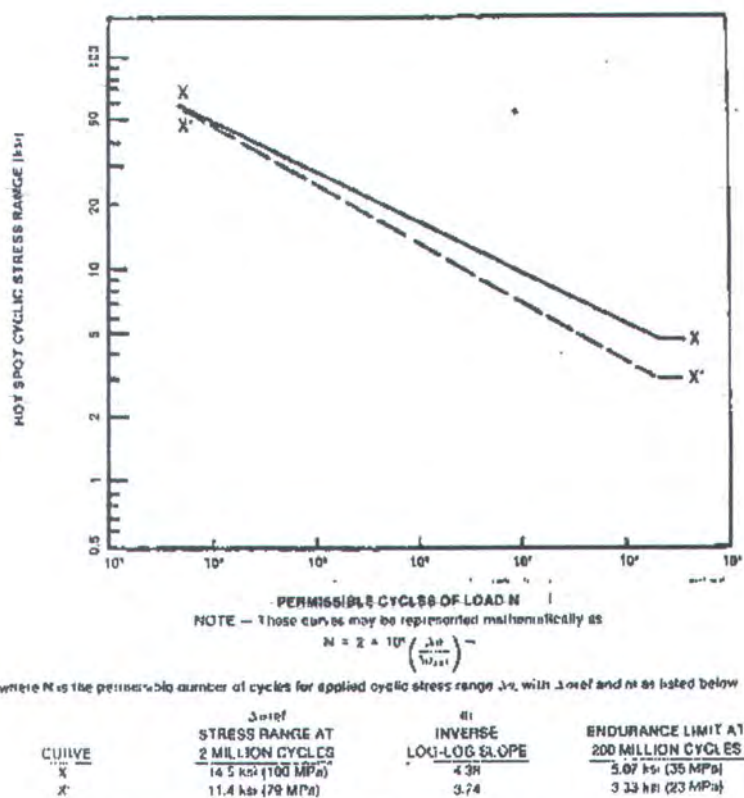
$$SCF_{AX/T,Y} = \beta\gamma\tau(6.78 - 6.42\beta^{0.5})\sin^{(1.7+0.7\beta^3)}\theta \quad (2.44)$$

$$SCF_{OPB/T,Y} = \beta\gamma\tau(1.6 - 1.15\beta^5)\sin^{(1.35+\beta^2)}\theta \quad (2.45)$$

Dari hasil eksperimen menunjukkan bahwa bahan baja mencapai kelelahan ditentukan oleh besaran beda tegangan maksimum terhadap minimum yang berulang-ulang seperti dinyatakan pada kurva S-N (Gambar 2.6).

2.5.3 Kurva S-N

Kurva S-N digunakan untuk menyatakan karakteristik kelelahan pada material yang mengalami pembebanan yang berulang pada magnitudo konstan. Dimana N adalah jumlah cycle pada tegangan S yang menyebabkan kerusakan pada struktur. Tingkat keyakinan akurasi penentuan kurva S-N dipengaruhi oleh parameter kemiringan (*slope*) dan intersepsi. Kedua parameter ini mempunyai ketidakentuan. Kombinasi ketidakentuan kedua parameter menjadikan ketidakentuan total kurva S-N.



Gambar 2.7 Kurva S-N (API RP2A-WSD, 2003)

Untuk sambungan tubular yang mengalami variasi tegangan disebabkan oleh beban lingkungan atau beban operasional maka kurva S-N pada Gambar 2.7 dapat digunakan. Sedangkan ekspresi analitis dari kurva S-N adalah:

$$NSm = A \text{ atau } \log N = \log A - m \log S \tag{2.46}$$

dimana :

- A = intersepsi sumbu log
- m = kemiringan kurva S-N

2.6 Metode Palmgren-Miner

Tegangan yang timbul akibat beban *fatigue* pada struktur bersifat random. Kumulatif dari konsentrasi tegangan akan menyebabkan kerusakan (*damage*). Dalam hipotesanya, Miner (1945) mengasumsikan bahwa kerusakan kumulatif suatu struktur dapat timbul oleh kontribusi siklus tiap tegangan tertentu. Kerusakan kumulatif karena kelelahan (D) oleh keseluruhan tegangan acak yang terjadi selama umur operasi dihitung dari :

$$D = \sum_i^k \frac{n_i}{N_i} \tag{2.47}$$

dimana :

- n_i = Jumlah cycle kolom interval rentangan tegangan dari rentangan distribusi tegangan jangka panjang.
- N_i = Jumlah cycle untuk gagal pada perhitungan tegangan yang sama, didapatkan dari kurva S-N.
- K = jumlah total dari interval-interval rentangan tegangan
- D = Rasio kerusakan kumulatif

Hubungan antara N_i dan S_i dapat diambil dari kurva S-N. Sehingga didapatkan formulasi umur kelelahan (*fatigue life*) dari suatu struktur :

$$\text{Umur Kelelahan} = 1/D \quad (2.48)$$

Berdasarkan hipotesa ini, struktur dikatakan gagal atau melebihi ambang batas keselamatan saat $D = 1$.

2.7 SPECTRAL FATIGUE ANALYSIS

Spectral Fatigue Analysis merupakan salah satu metode perhitungan umur kelelahan struktur yang mempertimbangkan dengan lebih rasional faktor-faktor penyebab kelelahan seperti beban-beban dinamis dan beban gelombang. Keutamaan dari metode *Spectral Fatigue Analysis* adalah memodelkan proses-proses acak setiap sea state dalam kurun waktu panjang sebagai gabungan dari beberapa proses kurun waktu pendek yang didefinisikan sebagai fungsi kerapatan spektrum gelombang. (ABS, 2003)

Asumsi dasar dari *Spectral Fatigue Analysis* yaitu analisa struktur global bersifat linier, serta superposisi dari *transfer function* rentang tegangan bergantung pada amplitud gelombang dan arah gelombang.

2.7.1 Teori Spektum Gelombang JONSWAP

Model matematik spektrum biasanya didasarkan pada satu atau lebih parameter, misalnya tinggi gelombang signifikan, periode gelombang, faktor permukaan, dan lain-lain. Ada beberapa spektrum parameter ganda yang bisa digunakan antara lain. Bretschneider (1969), Scott (1965), ISSC (1964), dan Pierson Moskowitz (1964). Sedangkan spektrum JONSWAP merupakan spektrum yang menggunakan lima parameter, namun biasanya tiga diantaranya adalah konstan. Model spektral yang lebih kompleks lagi adalah model yang diciptakan oleh Ochi dan Hubble (1976) yang menggunakan enam parameter. Spektrum ini menggambarkan dua puncak pada spektrum energi.



Metode spektrum JONSWAP dikemukakan berdasarkan percobaan yang dilakukan di *North Sea*. Formula atau persamaan untuk spektrum JONSWAP dapat ditulis dengan modifikasi dari persamaan spektrum P-M, yaitu :

$$S(\omega) = \alpha g^2 \omega^{-5} \exp \left[-1,25 \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^{-4} \right] \gamma^{\exp \left[\frac{-(\omega - \omega_0)^2}{2\tau^2 \omega_0^2} \right]} \quad (2.49)$$

dimana :

γ = *peak edness parameter*

τ = *shape parameter*

τ_a = untuk $\omega \leq \omega_0$

τ_b = untuk $\omega \geq \omega_0$

dengan mempertimbangkan angin dengan kecepatan U_0 dan jarak (fetch) = x , sehingga harga rata-rata adalah sebagai berikut :

γ = 2 - 3.33 merupakan variasi dari 1-7, di perairan Indonesia umumnya nilai γ yang dipakai sebesar 2.5 (Djarmiko E.B & Sujantoko, 1994)

τ_a = 0.07

τ_b = 0.09

α = $0.076 (x_0)^{-0.22}$

α = 0.0081 (ketika x tidak diketahui)

ω_0 = $2\pi(g/U_0)(x_0)^{-0.33}$

x_0 = gx/U_0^2

2.7.2 Response Amplitude Operators (RAO)

Dalam evaluasi kelelahan struktur dengan menggunakan *Spectral Fatigue Analysis*, data yang harus tersedia adalah fungsi perbandingan respon tegangan (RAO) dari tiap-tiap komponen struktur yang akan ditinjau. *Response-Amplitude Operator* (RAO) atau sering disebut sebagai *Transfer Function* adalah fungsi *response* yang terjadi akibat gelombang dalam rentang frekuensi yang mengenai struktur *offshore*. RAO disebut sebagai *Transfer Function* karena RAO merupakan alat untuk mentransfer beban luar (gelombang) dalam bentuk *response* pada suatu struktur. Bentuk umum dari persamaan RAO dalam fungsi frekuensi (Chakrabarty, 1987) adalah sebagai berikut :

$$Response(\omega) = (RAO) \eta(\omega) \quad (2.50)$$

dimana, η = amplitudo gelombang, m, ft

ω = frekuensi angular, rad/sec

RAO sendiri didefinisikan sebagai respon tegangan untuk setiap amplitudo gelombang

$\left(\frac{s_b}{\zeta_a}\right)$. Dalam perhitungan, RAO gelombang selalu diasumsikan sebagai gelombang

reguler dan frekuensi gelombang yang dipilih dimasukkan ke dalam range frekuensi yang akan dipakai dalam menentukan spektrum gelombang. Bentuk normal suatu *response* dari sistem linier tidak berbeda dengan bentuk amplitudo gelombang dalam fungsi frekuensi.

2.7.3 Linier Response Spectra

Response spectra didefinisikan sebagai respon kerapatan energi pada struktur akibat gelombang, dalam hal ini berupa *energy density spectrum*. Untuk sistem linier, fungsi dari RAO merupakan fungsi kuadrat. *Response spectra* itu sendiri merupakan perkalian antara spektrum gelombang dengan RAO dikuadratkan. Persamaan dari *response spectra* adalah (Chakrabarty, 1987) sebagai berikut :

$$S_R(\omega) = [RAO(\omega)]^2 S(\omega) \quad (2.51)$$

dimana,

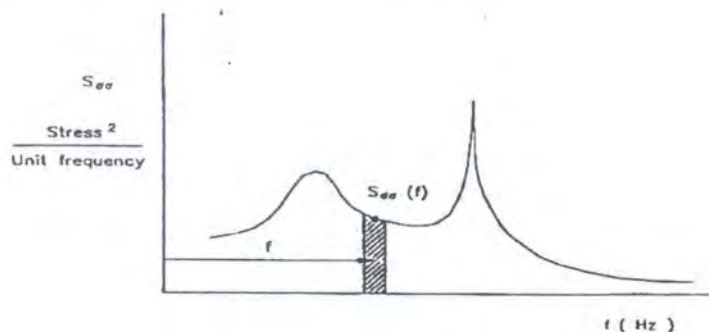
S_R = *response spectrum*, ft²-sec

S = spektra gelombang, ft²-sec

RAO = *response amplitude operator*

ω = frekuensi angular, rad/sec

Response spectra dapat digunakan untuk mengetahui besar respon maksimum yang mungkin terjadi dalam suatu rentang waktu tertentu.



Gambar 2.8 Spektrum Tegangan

Setelah spektrum tegangan didapat langkah selanjutnya dalam mencari umur kelelahan (*fatigue life*) dengan cara seperti dibawah ini :

- Mencari *zero moment* dan *second moment*, semuanya didapat dari perhitungan spektrum tegangan (*stress*)

$$m_0 = \int_0^{\infty} s_{\sigma\sigma}(f) df \quad m_2 = \int_0^{\infty} s_{\sigma\sigma}(f) f^2 df \quad (2.52)$$

- Mencari *mean zero crossing period* pada tegangan :

$$T_{z\sigma} = \sqrt{\frac{m_0}{m_2}} \quad (2.53)$$

- Mendapatkan Tegangan amplitudo *effective* :

$$\sigma_{\text{efr}} = (8m_0)^{1/2} \left[\Gamma\left(\frac{2+m}{2}\right) \right]^{1/m} \quad (2.54)$$

- Menentukan nilai *number stress range* dan *number of cycle* kegagalan dari kurva S-N :

$$n = T / T_{z\sigma} \quad \& \quad N = A S^{-m} \quad (2.55)$$

- Setelah itu umur kelelahan (*fatigue life*) bisa kita dapatkan dari persamaan Miner's (Djarmiko, E.B.2003):

$$D = \sum \frac{n}{N_1} = \sum \frac{n \sigma_{\text{efr}}^m}{A} \quad (2.56)$$

$$\text{Fatigue life} = \frac{1}{D}, \text{ D adalah perhitungan untuk satu tahun}$$

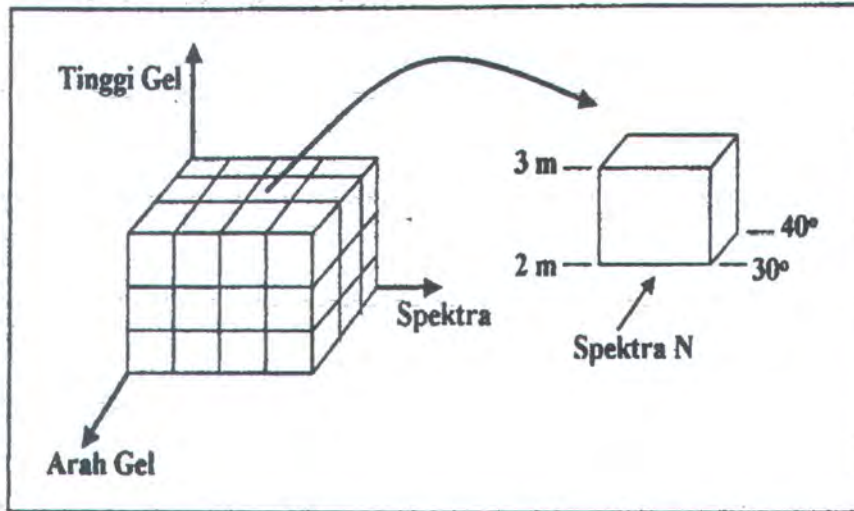
Dimana :

- $T_{z\sigma}$ = Periode *mean zero crossing*
- n = *Number of cycle* dalam waktu T
- σ_{efr} = Tegangan amplitudo *effective*
- N = Berdasarkan kurva S-N
- D = *Fatigue damage* untuk kondisi sea-states

2.7.4 Full Spectral Analysis

Distribusi tegangan akibat beban *fatigue* dihitung berdasarkan besarnya beban pada struktur yang diperoleh dari analisa deterministik dan gelombang reguler, tergantung dari konfigurasi bangunan laut . Dari distribusi tegangan yang dihasilkan akan didapatkan RAO terhadap tegangan untuk tiap-tiap *sea state*. Liu (1989) menyarankan agar paling tidak ada

8 RAO yang harus dikaji yaitu pada arah 315° , 270° , 220° , 180° , 135° , 90° , 45° , dan 0° . Selain data RAO, informasi lain yang diperlukan dalam analisa kelelahan adalah menyangkut data-data mode operasi. Semua data operasi ini diberikan dalam intensitas dan peluang kejadiannya selama umur operasi. Input data masukan dalam analisis spektra kurun waktu panjang ini dapat ditunjukkan pada kotak operasi berikut ini :



Gambar 2.9 Mode Operasi Bangunan Laut

Penentuan jumlah siklus respons tegangan selama pengoperasian struktur (n_0) dihitung dengan

$$n_0 = \left(\sum_i \sum_j \sum_k n x p_i p_j p_k \right) x T_L \quad (2.57)$$

dimana

- p_t = Peluang sudut gelombang datang
- p_j = Peluang gabungan dari tinggi gelombang signifikan dan periode spesifik (diperoleh dari diagram sebaran gelombang).
- P_k = Peluang kejadian spektrum tertentu
- n = jumlah siklus tegangan per satuan waktu (1/detik) yang dapat diperoleh dari tiap interval operasi untuk kurun waktu pendek (short-term) yang dirumuskan sebagai :

$$n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m_2}{m_0}} \quad (2.58)$$

dimana m_0 dan m_2 masing-masing adalah luasan dan momen luasan bidang dibawah kurva spektra tegangan yang diperoleh dari fungsi transfer dalam kurun waktu pendek. Dalam

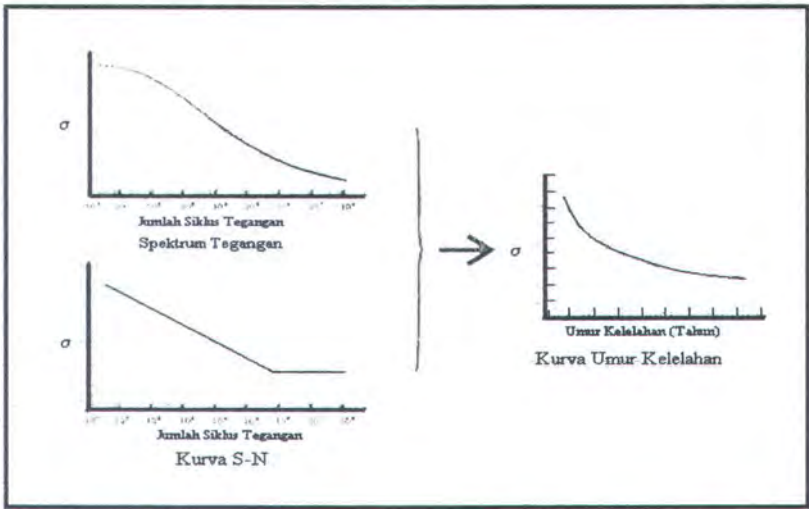
kurun waktu panjang, peluang kejadian rentang tegangan dengan harga tertentu dapat dihitung probabilitasnya untuk dilampaui sebagai berikut:

$$P_L(x) = \frac{\sum_i \sum_j \sum_k n x p_i p_j p_k x p(x)}{\sum_i \sum_j \sum_k n x p_i p_j p_k} \tag{2.60}$$

dimana x adalah harga batasan variabel (tegangan) seperti disyaratkan dalam kriteria yang ditinjau, dan $p(x)$ adalah probabilitas bahwa x akan dilampaui dalam kurun waktu pendek, yang dinyatakan dengan distribusi Rayleigh yaitu:

$$p(x) = \frac{x}{m_0} e^{-x^2 / 2m_0} \tag{2.61}$$

Sedangkan dalam kurun waktu panjang, yang merupakan penjumlahan kurun waktu pendek, respon tegangan akan mempunyai bentuk distribusi Weibull. Analisa kelelahan secara menyeluruh, untuk mendapatkan harga rasio kerusakan, secara diagramatik diberikan dalam Gambar 2.10. (Djatkiko, 2003)



Gambar 2.10 Skema Prediksi Deterministik Kelelahan Bangunan Laut

2.8 Persamaan Kelelahan Terangkai (Closed Form Fatigue Equation)

Metode lain yang digunakan dalam perhitungan kelelahan adalah dengan pendekatan yang disederhanakan (*Simplified Fatigue Analysis*). Pendekatan ini menggunakan distribusi Weibull dengan model distribusi kurun waktu panjang dari tiap-tiap sea state. (Faulkner, 1991) telah mengkaji ketelitian metode sederhana ini, dan menganggap penerapannya dalam perancangan awal cukup valid.

Dalam pendekatan sederhana ini spektra lautan dan seterusnya, distribusi tegangan acak yang terjadi, serta akumulasi kerusakan telah diformulasikan dalam suatu fungsi tunggal. (Almar-Naes, 1985). Bila $p(S)$ merupakan fungsi kepadatan peluang tegangan yang dapat didefinisikan sedemikian rupa, sehingga $p(S_I)dS$ adalah ekuivalen dengan jumlah osilasi komponen tegangan dengan harga-harga puncak yang berada dalam interval dS dan mempunyai harga rata-rata S_I . Selanjutnya dengan mengambil f dan T masing-masing sebagai frekuensi rata-rata dari tegangan yang bervariasi secara acak selama operasi, maka pertambahan kerusakan yang dikibatkan oleh osilasi tegangan dengan amplitudo S_I yang terjadi dalam kurun waktu T adalah

$$\partial D = \frac{Tfp(S_I)dS}{N(S_I)} \quad (2.62)$$

Dalam hal ini, $N(S_I)$ adalah merupakan jumlah siklus yang akan mengakibatkan kerusakan (terbentuknya retak awal) pada level tegangan S_I , yaitu yang dapat diperoleh dari kurva S-N untuk bentuk komponen struktur serta material tertentu. Integrasi dari persamaan (2.62) tersebut akan memberikan besarnya kerusakan total yang diharapkan (*expected total damage*) untuk terjadi dalam kurun waktu T oleh pengaruh keseluruhan tegangan dalam proses sebesar:

$$E(D) = \frac{n_0}{A} \int_0^{\infty} \frac{p(S)dS}{N(S)} \quad (2.63)$$

atau dengan memasukkan jumlah siklus total sebenarnya, n_0 , yaitu perkalian dari frekuensi dan waktu, serta menggantikan $N(S)$ dengan A dan S^m maka persamaan (2.63) akan menjadi:

$$E(D) = \frac{n_0}{A} \int_0^{\infty} S_m p(S)dS \quad (2.64)$$

Sangat penting untuk diperhatikan bahwa $p(S)$ adalah bentuk kontinyu dari $P_L(S)$ yang merupakan distribusi diskrit. dengan menggunakan suatu metode yang sederhana. Hasil pengolahan data distribusi gelombang dan respon struktur bangunan laut kurun waktu panjang diturunkan secara bersamaan dalam jumlah besar. Dari berbagai penyelidikan sebaran gelombang laut dalam kurun waktu panjang disimpulkan bahwa $P_L(S)$ didapatkan

dengan fungsi kerapatan peluang Weibull (SSC-351, 1990) :

$$p(S) = \frac{\xi}{\lambda} \left(\frac{S}{\lambda} \right)^{\xi-1} \exp \left[- \left(\frac{S}{\lambda} \right)^{\xi} \right] \quad (2.65)$$

dimana λ dan ξ masing-masing adalah parameter skala dan parameter bentuk distribusi Weibull, yang besarnya tergantung dari respon struktur terhadap beban lingkungan. Parameter ξ akan diperoleh dari iterasi berdasarkan hasil $P_L(S)$ dan n_0 .

Bila diambil S_e sebagai tegangan ekstrem yang diharapkan akan terjadi sekali dalam siklus respon keseluruhan sejumlah n_0 maka hubungan kedua parameter tersebut adalah:

$$\lambda = S_e (\ln n_0)^{-1/\xi} \quad (2.66)$$

Dengan memasukkan persamaan (2.65) ke dalam persamaan (2.64), maka harga kerusakan yang diharapkan untuk terjadi adalah:

$$D = \frac{n_0}{A} \int_0^{\infty} S^m \frac{\xi}{\lambda} \left(\frac{S}{\lambda} \right)^{\xi-1} \exp \left[- \left(\frac{S}{\lambda} \right)^{\xi} \right] dS \quad (2.67)$$

Dengan melakukan manipulasi matematis, ekspresi integral ini dapat digantikan dengan fungsi gamma $\Gamma(x)$, sehingga persamaan (2.67) dapat dituliskan dalam persamaan tunggal yang lebih sederhana (Almar-Naess, 1985) dan biasa dikenal dengan persamaan kelelahan terangkai (*closed form fatigue equation*) yaitu:

$$D = \frac{n_0}{A} \frac{S_e^m}{(\ln n_0)^{m/\xi}} \Gamma \left(\frac{m}{\xi} + 1 \right) \quad (2.68)$$

2.9 Keandalan Struktur terhadap Kelelahan

Secara garis besar ketidakpastian dapat dikelompokkan menjadi tiga :

- Variabilitas fisik, yaitu fenomena alami yang sifatnya acak atau bervariasi,
- Ketidakpastian statistik didalam perkiraan nilai suatu parameter atau pemilihan distribusi peluang yang tepat,
- Ketidakpastian didalam pemodelan yang didasarkan pada idealisasi atau pengambilan asumsi (Ang dan Tang, 1984).

Ketidakpastian statistik dapat digunakan untuk menyatakan nilai dari suatu besaran fisik. Parameter-parameter statistik yang nantinya akan berperan dalam analisa keandalan antara lain : rentang nilai (maksimum-minimum), harga rata-rata (*mean*), simpangan rata-rata dan simpangan baku yang memberikan informasi yang lebih lengkap daripada hanya sebuah harga deterministik tertentu.

Dalam melakukan analisa keandalan terhadap kelelahan (*Fatigue Reliability Analysis*) sangat diperlukan mengenai pemahaman tentang model matematika dan model peluang dari variabel-variabel acak dari distribusi peluang yang digunakan. Model matematika untuk keandalan struktur merupakan korelasi\hubungan antara faktor beban dan faktor ketahanan secara keseluruhan yang bekerja pada struktur yang dapat dimodelkan seperti di bawah ini :

$$R = g_R(R_1, R_2, \dots, R_n) \quad (2.69)$$

$$L = g_L(L_1, L_2, \dots, L_n)$$

dimana R_i dan L_j merupakan variabel acak dari ketahanan dan beban. Suatu struktur akan berada pada ambang keselamatan selama memenuhi syarat dibawah ini:

$$R - L > 0$$

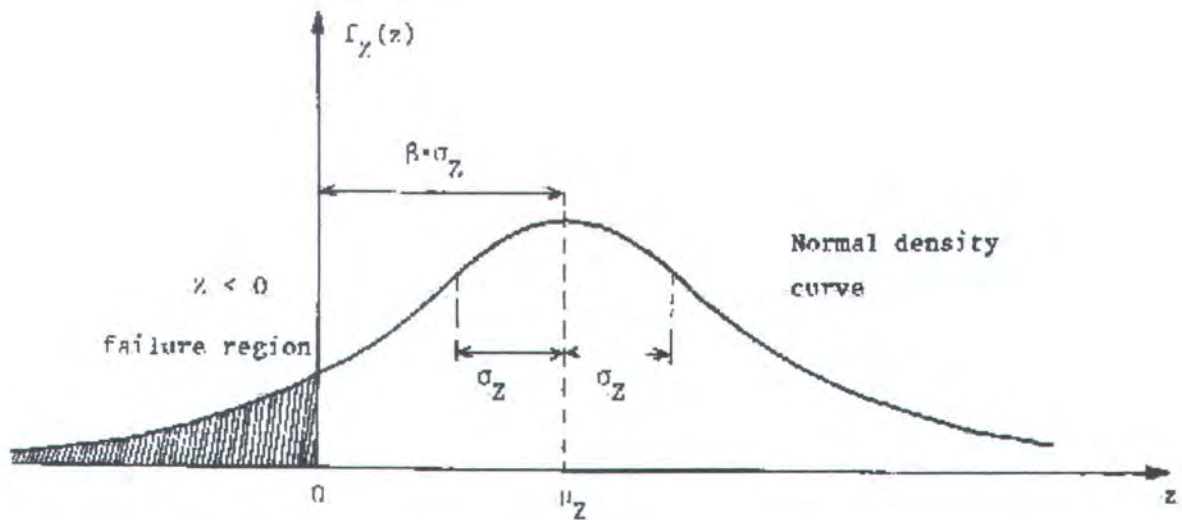
dengan kondisi batas keselamatan struktur saat $R - L = 0$. Sedangkan bila ditinjau dari peluang kegagalan maka untuk mendapatkan struktur yang benar-benar aman maka peluang kegagalan yang terjadi harus diusahakan sekecil mungkin.

$$P_f = P(R > L) = \int F_R(x) f_L(x) dx \quad (2.70)$$

Dimana F_R dan f_L merupakan fungsi distribusi kumulatif peluang dan fungsi kerapatan peluang dari R (ketahanan) dan L (beban). Jika R dan L merupakan distribusi normal, sehingga didapatkan :

$$P_f = \left[-\frac{\bar{R} - \bar{L}}{\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_L^2}} \right] \quad (2.71)$$

dimana \bar{R}, σ_R = mean dan standar deviasi (σ_R^2 = varians) untuk R dan L; $\Phi[]$ = standar deviasi distribusi peluang normal.



Gambar 2.11 Grafik fungsi kerapatan peluang kegagalan untuk distribusi normal
(Karadeniz, 1983)

Jika R dan L mempunyai distribusi lognormal, maka persamaan 2.71 menjadi :

$$Pf \approx \Phi \left[\frac{\ln(\bar{R} / \bar{L})}{\sqrt{V_R^2 + V_L^2}} \right] \quad (2.72)$$

Dimana V_R dan V_L = koefisien variasi (c.o.v) dalam R dan L. Koefisien variasi adalah ukuran dari variabilitas atau ketidakpastian .

2.9.1 Indeks Keandalan

Cara lain untuk mengukur keandalan adalah dengan cara menggunakan indeks keandalan β , yang didefinisikan sebagai perbandingan antara nilai rata-rata dan nilai simpangan baku dari margin keselamatan, S, yaitu :

$$\beta = \frac{\mu_S}{\sigma_S} \quad (2.73)$$

Jika menggunakan nilai kritis margin keselamatan, $S = 0$, dan jaraknya dengan nilai rata-rata margin keamanan μ_S , maka indeks keandalan ini dapat diinterpretasikan sebagai jumlah kelipatan simpangan baku σ_S pada jarak ini. Artinya, jarak antara $S = 0$ dengan μ_S

ini dapat dibagi menjadi beberapa simpangan baku. Semakin panjang nilai rata-rata relatif terhadap simpangan baku, maka semakin besar indeks keandalannya. Selanjutnya, indeks keandalan juga berbanding terbalik dengan koefisien variasi margin keselamatan, atau dapat dituliskan $\beta = 1/V_S$. Untuk menghasilkan ekspresi yang lebih umum atas indeks keandalan, dapat digunakan persamaan yang secara sepintas dibahas pada bagian sebelumnya. Mengingat $\mu_S = \mu_X - \mu_Y$, dan $\sigma^2_S = \sigma^2_X - 2\rho_{XY}\sigma_X\sigma_Y + \sigma^2_Y$, maka:

$$\beta = \frac{\mu_X - \mu_Y}{\sqrt{\sigma^2_X - 2\rho_{XY}\sigma_X\sigma_Y + \sigma^2_Y}} \quad (2.74)$$

Dimana ρ_{XY} adalah koefisien korelasi diantara kapasitas dan beban. Untuk X dan Y terdistribusi normal, maka peluang kegagalan adalah (DM. Rosyid & Mukhtasor, 2002):

$$P_f = 1 - \Phi(\beta), \quad (2.75)$$

dan keandalan ditentukan sebagai

$$K = \Phi(\beta) \quad (2.76)$$

2.9.2 Advanced First Order Second Moment (AFOSM)

Analisa keandalan struktur Jack-Up MogPu platform dilakukan dengan menerapkan metode *Advanced First Order Second Moment (AFOSM)*. Metode AFOSM banyak dipakai dalam analisis keandalan karena ketelitiannya untuk :

- melakukan evaluasi pada titik kegagalan
- menyelesaikan fungsi ambang keselamatan non-linier; dan
- memperhitungkan variabel dalam fungsi ambang keselamatan yang tidak mempunyai distribusi normal.

Prosedur penyelesaian analisis kelelahan dengan metode AFOSM, untuk memperoleh harga indeks keandalan/keselamatan, secara garis besarnya adalah dengan mempertimbangkan ambang keselamatan sebagai fungsi variabel-variabel independen yang diperhitungkan dalam perancangan (Hasofer & Lind, 1974). Bilamana dalam perancangan diperhitungkan variabel dalam sejumlah n; X_1, X_2, \dots, X_n , maka persamaan keadaan batas untuk struktur adalah :

$$Z = g (X_1,X_2,...X_n) \tag{2.77}$$

dengan X_i = variabel ketahanan atau beban (mewakili R dan L). Kegagalan dapat terjadi ketika $Z = 0$ untuk kondisi batas ultimate ataupun pada kondisi operasi. Dengan aproksimasi linier , maka persamaan (2.76) dapat diturunkan dengan menerapkan ekspansi deret Taylor.

$$Z = g (X_1^*+X_2^*+ X_3^*+ X_n^*) + \sum_i^n (X_i - X_i^*) g_i^l \left(\overset{*}{X} \right) \tag{2.78}$$

dengan

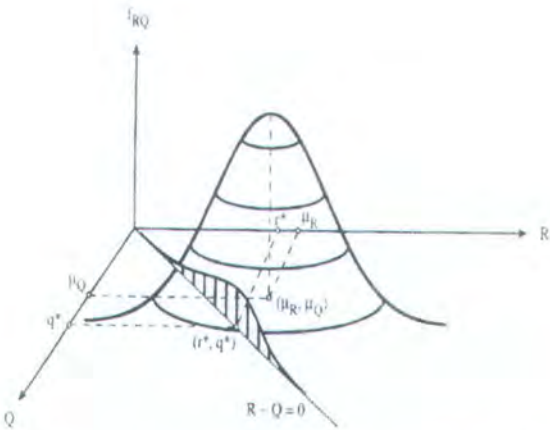
$$g_i^l \left(\overset{*}{x} \right) = \frac{\sigma g}{\sigma x_i} \tag{2.79}$$

yang dievaluasi pada *design point* (titik-titik linierisasi yang tidak diketahui) :

$$(X_1^*+X_2^*+ X_3^*+ X_n^*)$$

Bila μ_i dan σ_i adalah merupakan mean dan simpangan standard dari variabel dasar X_i maka harga mean dari Z adalah :

$$\bar{Z} = \sum_i^n \left(\mu_i - \mu_1 \right) g_i^l \left(\overset{*}{x} \right) \tag{2.80}$$



Gambar 2.12 Design point pada batas kegagalan untuk fungsi kinerja linear
 $g = R -L$

dan simpangan standard dari Z :

$$\sigma z = \left[\sum_i^n \left[g_i^l \left(\overset{*}{x} \right) \sigma i \right]^2 \right]^{1/2} \tag{2.81}$$

Selanjutnya, simpangan standard σz diekspresikan oleh kombinasi linier komponen-komponennya, σ_i , sebagai berikut (Nowak & Kevin R. Collins,2000):

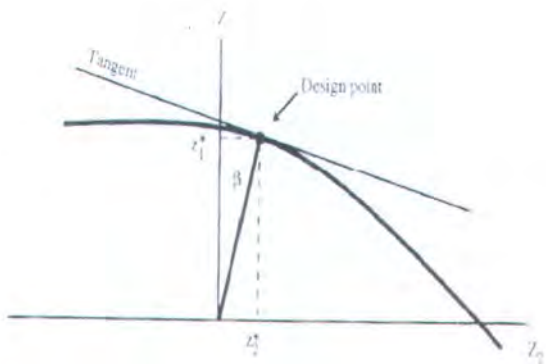
$$\sigma z = \sum_i^n \alpha_i \cdot g_i'(\bar{x}) \sigma_i \tag{2.82}$$

dimana

$$\alpha_i = \frac{g_i'(\bar{x}) \sigma_i}{\left[\sum_i^n \left\{ g_i'(\bar{x}) \sigma_i \right\}^2 \right]^{1/2}} \tag{2.83}$$

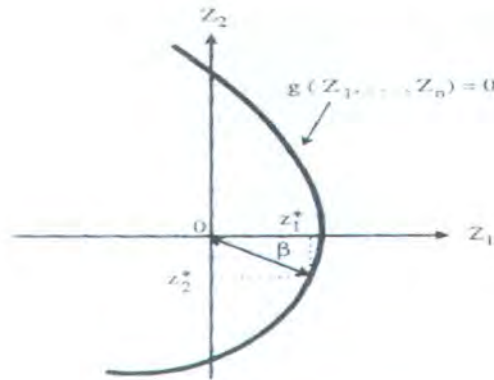
yang disebut sebagai faktor sensivitas, karena persamaan ini merefleksikan pengaruh relatif dari tiap-tiap variabel perancangan dalam pemodelan kekuatan. Indeks keandalan pada struktur (β) didefinisikan sebagai jarak terpendek antara permukaan, yang dalam perancangan dapat dinyatakan sebagai $Z/\sigma z$, sehingga akan diperoleh :

$$\beta = \frac{\sum_i^n \left(x_i - \bar{x}_i \right) g_i'(\bar{x})}{\sum_i^n \alpha_i g_i'(\bar{x}) \sigma_i} \tag{2.84}$$



Gambar 2.13 Indeks Keandalan dengan metode AFOSM

dimana X_i^* adalah titik linierisasi (atau *design point*), X_i . *Design point* ini merepresentasikan titik kepadatan peluang kegagalan maksimum bilamana semua variabel mempunyai bentuk distribusi normal. Sejumlah n persamaan tersebut selanjutnya diselesaikan secara simultan untuk memperoleh nilai β .



Gambar 2.14 *Design point* dan indeks keandalan untuk fungsi kinerja nonlinear

Kerusakan yang timbul akibat kelelahan merupakan fungsi dari kurva S-N, jumlah siklus beban, parameter bentuk distribusi Weibull tegangan, serta rentang tegangan ekstremnya. Faktor-faktor penentu ini terangkum dalam satu persamaan ringkas untuk rasio kerusakan. Mengacu pada konsep di atas, dalam analisis keandalan untuk kelelahan struktur, ambang keselamatan dapat diformulasikan sebagai fungsi korelasi antara :

$$M = R - L \quad (2.85)$$

dimana:

R = faktor ketahanan (*resistance* atau *strength factor*)

L = faktor beban (*load factor*)

Sedangkan definisi ambang keselamatan terhadap kelelahan dengan menggunakan faktor kerusakan (D) yang diturunkan melalui distribusi Weibull adalah sebagai berikut :

$$M_F = \Delta - D \quad (2.86)$$

$$M_F = \Delta - \frac{N_L}{A} \frac{Se^m}{(\ln N_L)^{m/\xi}} \Gamma(1 + m/\xi) \quad (2.87)$$

Δ = indeks kerusakan

dimana ambang batas keselamatan untuk kelelahan saat $M_F = 0$, sehingga akan didapatkan

$$\Delta = D = \frac{N_L}{A} \frac{Se^m}{(\ln N_L)^{m/\xi}} \Gamma(1 + m/\xi) \quad (2.88)$$



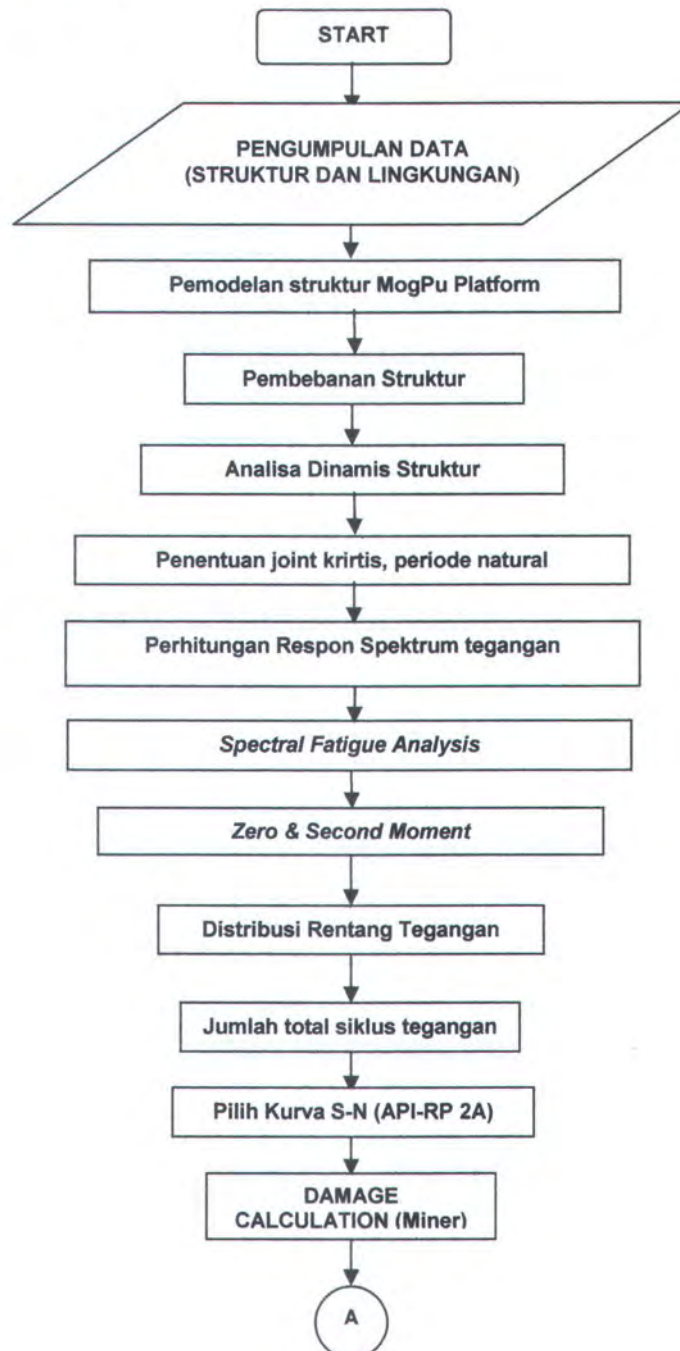
BAB III

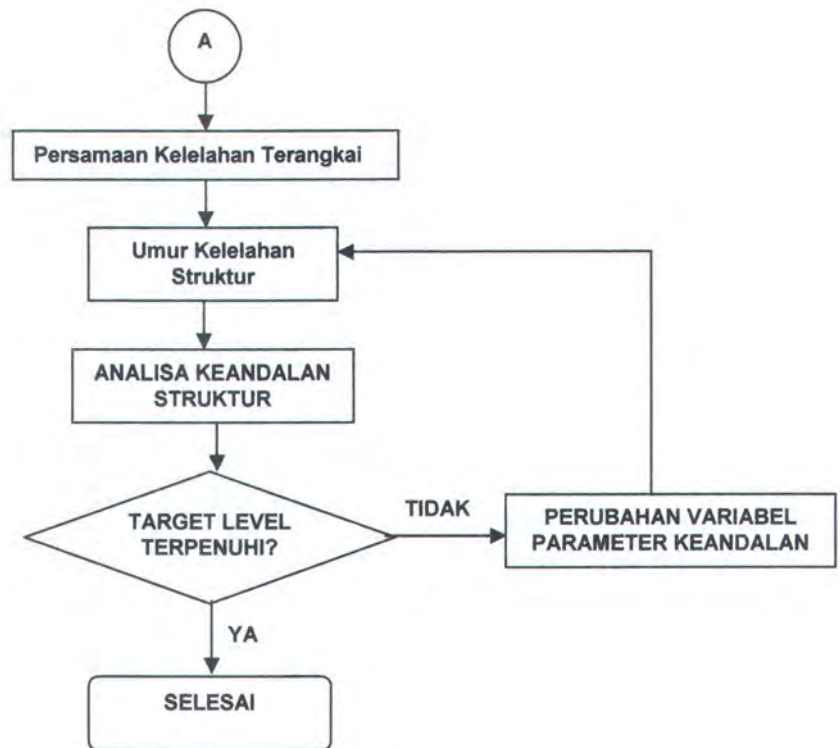
METODOLOGI PENELITIAN

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini dapat digambarkan dalam Diagram Alir (Flow Chart) pengerjaan seperti Gambar 3. 1 berikut:





Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Pengerjaan tugas akhir ini dimulai dengan proses pengumpulan data struktur (geometri, material, konfigurasi, dsb) dan data lingkungan yang meliputi data gelombang yang berupa data gelombang acak untuk tiap-tiap sea state. Selanjutnya membuat struktur Jack-Up dengan data-data struktur yang tersedia dengan *software* GT Strudl. Sedangkan input beban gelombang dimodelkan dalam Gt Selos.

Perhitungan periode natural struktur didapatkan dengan melakukan analisa dinamis dengan menggunakan *software* GT Strudl dan GT Selos kemudian hasilnya divalidasikan untuk selanjutnya dapat digunakan dalam analisa umur kelelahan. Dengan input beban gelombang sebagai beban siklis, maka joint kritis dapat ditentukan. Dengan demikian analisa kelelahan hanya dilakukan pada joint kritis tersebut yang menghasilkan respon tegangan struktur. Respons operasional struktur yang direpresentasikan dalam bentuk RAO yang akan menghasilkan respon tegangan struktur terhadap spektrum yang digunakan.

Metode yang dilakukan untuk menentukan umur kelelahan struktur dengan menggunakan analisa spektra kurun waktu panjang. Langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah siklus rentang tegangan yang menyebabkan kegagalan pada sambungan yang ditinjau (Ni) dari kurva S-N (API RP-2A WSD) untuk menghitung kerusakan menurut aturan Miner.

Dengan proses iterasi maka parameter-parameter yang dibutuhkan untuk penghitungan umur kelelahan berdasarkan persamaan kelelahan terangkai telah diketahui sehingga akan didapat umur kelelahan struktur.

Analisa keandalan dilakukan dengan menggunakan metode yaitu AFOSM yang terlebih dahulu ditentukan fungsi ambang batas keselamatan keandalan terhadap kelelahan. Dengan menetapkan target level keandalan terhadap *fatigue* = 2, maka akan didapatkan degradasi keandalan struktur selama operasi.

3.1 PENGUMPULAN DATA

3.1.1 Code dan Standard

Di dalam penelitian ini *code* dan *standard* yang digunakan sebagai bahan acuan analisa adalah:

- API RP-2A : Recommended Practice For Planing, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms – 21st Edition, Working Stress Design
- AISC : AISC Manual Of Steel Construction -9th Edition working Stress Design

3.1.2 Data Struktur

Struktur Hang Tuah merupakan bangunan lepas pantai jenis MOgPU (*Moveable Gas Production Unit*) yang termasuk dalam tipe struktur Jack-Up. Gambar 3. 2 merupakan dari struktur Hang Tuah MOgPU Jack-Up *platform* dalam proses instalasi. Dalam hal ini belum dilakukan instalasi deck. Spesifikasi dari struktur Hang Tuah ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Tabel Data Struktur Hang Tuah MogPu Platform

No	Data Struktur	Keterangan
1	Jenis struktur	<i>Jack-up</i> 4 kaki
2	Type kaki	3 <i>chord</i>
3	Type brace	K <i>brace</i>
4	Panjang kaki	110,5 m
5	Jumlah bay	15 bay
6	Ukuran geladak	80 m x 38 m
7	Pondasi	<i>base-type</i>



Gambar 3. 2 Struktur Hangtuah Mogpu platform
(sumber : journal of Arup Energy)

Sedangkan untuk dimensi dari kaki Jack-Up platform adalah sebagai berikut :

- a. Panjang kaki : 118.5 m
- b. Diameter luar (O.D.) chord : 1 m & 1,3 m
- c. Diameter luar (O.D.) brace :
 - Horizontal : 0,356 m - 0,508 m
 - Diagonal : 0,324 m - 0,406 m
- d. Tebal chord : 0,03 m - 0,06 m
- e. Tebal brace (horizontal dan diagonal):
 - Horizontal : 0,013 m - 0,0381 m
 - Diagonal : 0,0127 m - 0,0255 m
- f. Jarak tiap bay : 6,5 m & 0,86 m

Asumsi yang digunakan yaitu :

- a. Jenis material = Material baja A36
- b. Yield Strength = 250 Mpa
- c. Tensile/Ultimate Strength = 550 Mpa

Tabel 3. 2 Elevasi dan Ukuran *Chord* Hang Tuah MogPu Platform
(Hang Tuah Platform – Drawings Doc., 1999)

NO	ELEVASI (m)	DIAMETER LUAR (OD) (m)	THICKNESS (m)
1	-83,1 s/d -71,5 ▪ Chord 1 ▪ Chord 2 & 3	1,000 1,000	0,044 0,05
2	-71,5 s/d -62,9 ▪ Chord 1 ▪ Chord 2 & 3	1,000 1,000	0,03 0,035
3	-62,9 s/d -54,3 ▪ Chord 1 ▪ Chord 2 & 3	1,000 1,000	0,03 0,03
4	-54,3 s/d -45,7 ▪ Chord 1 ▪ Chord 2 & 3	1,000 1,000	0,03 0,03
5	-45,7 s/d -37,1 ▪ Chord 1 ▪ Chord 2 & 3	1,000 1,000	0,03 0,03
6	-37,1 s/d -28,5 ▪ Chord 1 ▪ Chord 2 & 3	1,000 1,000	0,03 0,03
7	-28,5 s/d -19,9 ▪ Chord 1 ▪ Chord 2 & 3	1,000 1,000	0,03 0,03
8	-19,9 s/d -11,3 ▪ Chord 1 ▪ Chord 2 & 3	1,000 1,000	0,03 0,03
9	-11,3 s/d -2,7 ▪ Chord 1 ▪ Chord 2 & 3	1,000 1,000	0,03 0,035
10	-2,7 s/d +5,9 ▪ Chord 1 ▪ Chord 2 & 3	1,000 1,000	0,03 0,044
11	+5,9 s/d +12,4 ▪ Chord 1 ▪ Chord 2 & 3	1,000 1,000	0,03 0,06
12	+12,4 s/d +18,9 ▪ Chord 1 ▪ Chord 2 & 3	1,000 1,000	0,03 0,06
13	+18,9 s/d +25,4 ▪ Chord 1 ▪ Chord 2 & 3	1,000 1,300	0,03 0,06

NO	ELEVASI (m)	DIAMETER LUAR (OD) (m)	THICKNESS (m)
14	+25,4 s/d +31,9		
	▪ Chord 1	1,000	0,03
	▪ Chord 2 & 3	1,300	0,06
15	+31,9 s/d +38,4		
	▪ Chord 1	1,000	0,03
	▪ Chord 2 & 3	1,300	0,06

3.1.3 Data Lingkungan

Kondisi lingkungan tempat beroperasinya bangunan lepas pantai sangat mempengaruhi kinerja struktur, maka data lingkungan mempunyai peranan yang sangat penting. Data lingkungan di perairan Laut Cina Selatan tempat beroperasinya struktur Hang Tuah (MOgPU) ini adalah sebagai berikut :

- 1. Lokasi : Laut Cina Selatan (Perairan Natuna Block “B”)
- 2. Koordinat : 5⁰ 44’,225 E 4⁰ 58’,673 N
- 3. Kedalaman : 83,1 m
- 4. Data gelombang : (Tabel 3.3)

Tabel 3. 3 Data Gelombang (Kondisi Statis)
Hang Tuah Platform – Weight Control Report (September 2002)

DIRECTION FROM PLATFORM	WAVE CONDITION			
	Operating Condition (1 year events)		Extreme Condition (100 year events)	
	Height (m)	Period (sec)	Height (m)	Period (sec)
North	4.9	7.8	9.2	9.8
North-East	4.9	7.8	9.2	9.8
East	2.0	5.1	3.4	6.7
South-East	3.2	6.5	6.0	8.5
South	4.9	7.8	9.2	9.8
South-West	4.9	7.8	9.2	9.8
West	2.0	5.1	3.8	7.1
North-West	3.2	6.5	6.0	8.5

5. Data Occurrence untuk perairan Natuna (Laut Cina Selatan)

Tabel 3. 4 Distribusi tinggi gelombang (occurrence) perairan Natuna per 1 tahun

Det norske Veritas Industry Pte Ltd (14 Juni 1993)

WAVE HEIGHT (m)	PERIODE (Sec)	NUMBER OF WAVE PER DIRECTION			
		0° & 180° (West & East)	45° & 225° (NW & SE)	90° & 270° (North & South)	135° & 315° (NE &SW)
0.6096	2.9	4918994	399561	154817	1078029
1.219	3.4	6651940	448838	187069	1514978
1.829	5.0	7259509	459894	192912	1664226
3.048	6.3	7587738	461361	193428	1739123

6. Koefisien hidrodinamis

Nilai Cd dan Cm untuk analisa statis yang bertujuan untuk menentukan joint yang paling kritis dapat menggunakan Tabel 3. 5 berikut sesuai dengan rekomendasi API RP- 2A WSD.

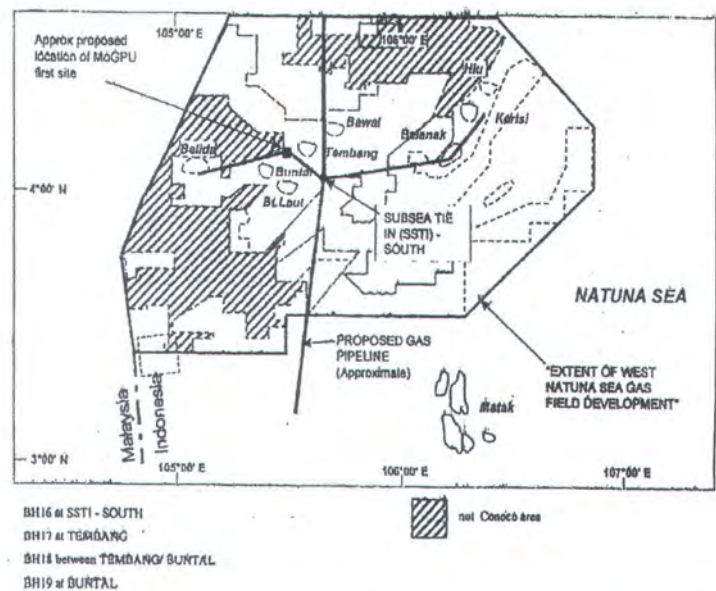
Tabel 3. 5 Data Koefisien Hidrodinamis

(Hang Tuah Platform – Weight Control Report ,September 2002)

ELEVASI (m)	VERTICAL MEMBER		OTHER MEMBER	
	C _D	C _M	C _D	C _M
+5.9 to +11.650	0.65	1.6	0.65	2.0
+5.9 to -83.1	1.05	1.2	1.05	2.0

7. Densitas air laut = 1025 kg/m³

8. Lokasi operasi anjungan Hang Tuah MOgPU berada pada kedalaman 83,1 m di perairan Natuna seperti terlihat pada Gambar 3. 3. berikut ini :



Gambar 3. 3 Lokasi Struktur Hang Tuah MogPu Platform
(ACE MogPu for West Natuna, Doc. 84502-5000-6D-01-0)

9. Untuk data *marine growth* yang digunakan dalam perancangan diasumsikan sebagai berikut :

Tabel 3. 6 Data *Marine Growth* di atas MSL

Ketinggian di atas MSL (m)	Pertumbuhan Radial (m)
0-2	0.05

Sedangkan untuk *marine growth* di bawah MSL diasumsikan seperti yang terdapat pada Tabel 3. 7 di bawah ini :

Tabel 3. 7 Data *Marine Growth* di bawah MSL
(Final Report LAPI-ITB)

Ketinggian di bawah MSL (m)	Pertumbuhan Radial (m)
0-4,6	0,089
4,6-9,1	0,102
9,1-18,3	0,076
18,3-30,5	0,064
30,5-83,1	0,051

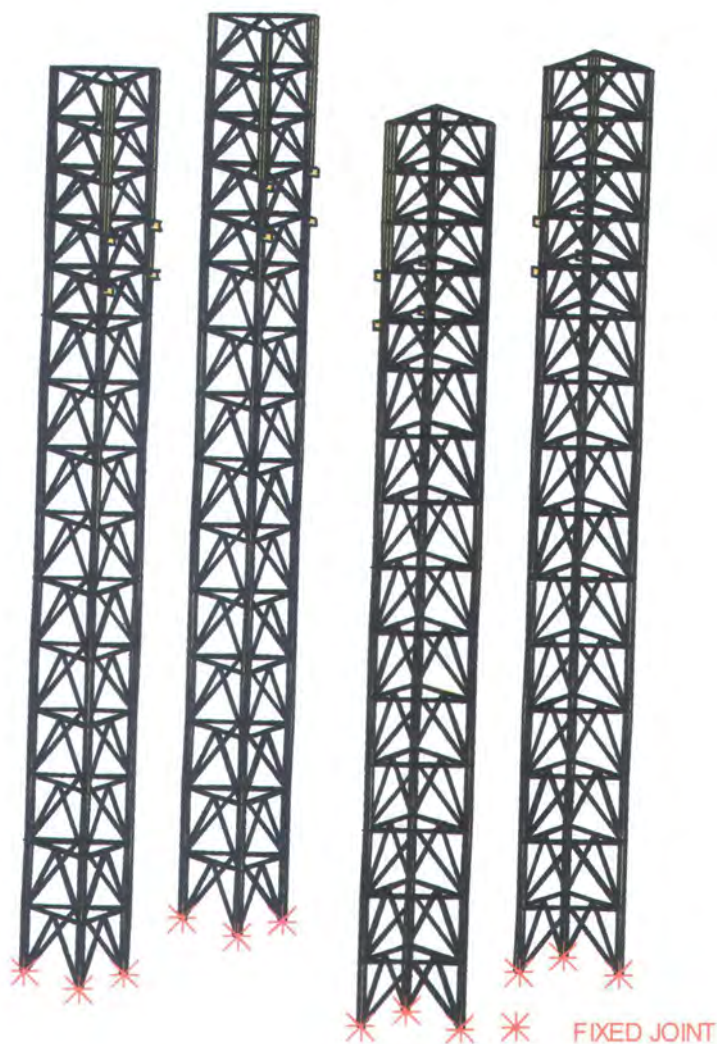
Marine growth diasumsikan mempunyai berat jenis 14 KN/m³.

3.2 PEMODELAN STRUKTUR

Pemodelan struktur ini sesuai dengan data yang didapat baik dalam bentuk gambar maupun dalam bentuk laporan. Pemodelan struktur ini menggunakan bantuan *software* GTStrudl dan GTSelos. *Software* ini merupakan salah satu *software* struktur yang didasarkan pada *finite element method* (FEM). Bentuk model detail dapat dilihat pada Gambar 3. 4.

3.2.1 Pemodelan Struktur Kaki

Kaki jack-up bagian bawah dibuat sebagai tumpuan *fixed*, hal ini dimaksudkan sebagai pengganti pondasi struktur yang berbentuk *base*. Pemodelan struktur kaki ini menggunakan bantuan *software* GT Strudl versi 28.



Gambar 3. 4 Model Struktur Hang Buah MOgPu platform

3.2.2 Pemodelan Struktur Geladak

Struktur geladak dimodelkan dengan menggunakan bentuk *rigid body*. Pemodelan dengan bentuk *rigid body* digunakan karena struktur geladak diasumsikan tidak mengalami deformasi selama fase transportasi maupun pada fase operasi.

Model dengan *rigid body* ini terbentuk dari 2 (dua) bagian *joint*, yaitu *master joint* dan *slave joint*. *Master joint* adalah merupakan titik berat benda *rigid*, sedangkan *slave joint* adalah *joint-joint* pembentuk benda *rigid*. *Master joint* pada pemodelan struktur Hang Tuah (MOgPU) terletak pada titik berat struktur, yaitu tepat di tengah-tengah struktur, sehingga beban pada struktur geladak terbagi sama besar pada tiap kakinya. *Slave joint* pada pemodelan struktur Hang Tuah (MOgPU) ini terletak pada titik *connection deck-leg* di kaki struktur. Pemodelan struktur geladak ini menggunakan bantuan *software* GT Strudl, dengan input data yang dipakai adalah sebagai berikut :

1. Jenis *rigid body* : *rigid solid*
2. *Slave Joint*
3. *Master Joint*

3.3 Pemodelan Beban

3.3.1 Pemodelan Beban Vertikal

Beban vertikal yang dipakai pada pemodelan struktur Hang Tuah (MOgPU) adalah berat geladak, beban peralatan dan beban *live load*. Beban vertikal ini dimodelkan sebagai beban terpusat pada *master joint* yang terletak pada titik tengah *rigid body*. Beban vertikal ini oleh *master joint* akan didistribusikan secara merata pada tiap kaki struktur, sehingga besar beban yang diterima oleh masing-masing kaki adalah sama.

Beban vertikal serta besar beban yang dipakai pada pemodelan untuk masing-masing analisis berbeda tergantung pada kondisi yang dipakai. Pemodelan beban vertikal ini menggunakan bantuan *software* GT Strudl. Pemodelan beban vertikal yang digunakan dalam analisa dinamis dapat dilihat pada Tabel 3. 8. di bawah ini :

Tabel 3. 8 Beban Vertikal untuk Analisis pada Kondisi Operasional
 Sumber: Hang Tuah Platform-*Weight Control Report* (September 2002)

Tabel 3.8. Beban Vertikal untuk Analisis pada Kondisi Operasional

NO	ITEM	BASE WEIGHT (tonnes)	FACTORED WEIGHT (tonnes)	LOAD/ LEG (tonnes)		LOAD/ CHORD (tonnes)	
				Base Weight	Factored Weight	Base Weight	Factored Weight
1	Deck	2784	3062	696	765.5	232	255.16667
2	Topside weight (operating)	3351	4750	837.75	1187.5	279.25	395.83333
3	Live Load	300	300	75	75	25	25
TOTAL		6435	8112	1608.75	2028	536.2500	676

3.3.2 Pemodelan Beban Lingkungan

Dalam pemodelan beban lingkungan, beban yang dipakai adalah beban gelombang dengan (8) delapan arah pembebanan baik untuk kondisi operasional maupun kondisi ekstrem. Software yang digunakan untuk memodelkan beban gelombang ini adalah GT Selos. Adapun parameter yang digunakan sebagai data input dalam pemodelan dinamis ini adalah sebagai berikut :

1. Teori gelombang
2. Tinggi gelombang
3. Periode gelombang
4. Arah gelombang
5. C_D dan C_M

Hasil output yang didapatkan dari pemodelan beban dinamis pada *software* GT Selos kemudian dimasukkan ke *software* GT-STRUDL versi 28 guna keperluan analisa lebih lanjut.

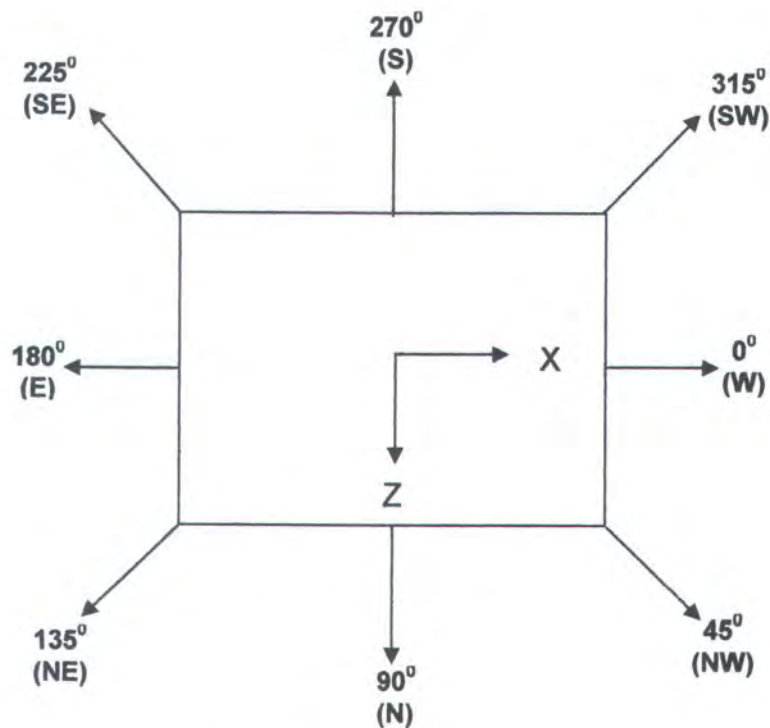
3.3.3 Penentuan Teori Gelombang

Langkah awal perhitungan beban gelombang adalah menentukan terlebih dahulu teori gelombang yang sesuai dengan kondisi di lingkungan lokasi Laut Cina Selatan. Teori gelombang di Laut Cina Selatan dicek berdasarkan perhitungan dengan menggunakan grafik *region of validity* pada gambar 2.1 (sub bab 2.3) termasuk dalam teori gelombang Stokes orde 5. Berdasarkan data lingkungan yang ada didapatkan nilai :

$$\frac{d}{gT^2} = \frac{83,1}{9,81(7,8)^2} = 0,139$$

$$\frac{H}{gT^2} = \frac{4,9}{9,81(7,8)^2} = 0,0082$$

Orientasi pemodelan arah beban gelombang dapat dilihat pada gambar Gambar 3. 5 berikut ini :



Gambar 3. 5 Orientasi Arah Gelombang dalam Pemodelan

3.3.4 Perhitungan Beban Gelombang

Perhitungan beban gelombang ini menggunakan bantuan *software* GT Selos dengan berdasarkan pada teori Morrison. Perhitungan beban gelombang pada silinder tegak menggunakan rumus pada persamaan 2.25 sebagai berikut :

$$F_w = \int_0^z (F_d + F_i) dz$$

$$F_w = \int_0^z \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_d \cdot D \cdot u |u| + \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \rho \cdot C_m \cdot a_x \right) dz$$

Perhitungan beban gelombang pada silinder miring menggunakan rumus pada persamaan 2.32 sebagai berikut :

$$F = \left(F_x^2 + F_y^2 + F_z^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

3.3.5 Perhitungan Spektra Gelombang

Spektra gelombang yang digunakan adalah spektra gelombang Jonswap. Spektra gelombang Jonswap merupakan gambaran kondisi gelombang pada Laut Utara, sehingga agar spektra ini dapat diterapkan untuk menggambarkan kondisi di Laut Cina Selatan maka diperlukan penyesuaian atau koreksi. Penyesuaian ini dilakukan dengan mengambil faktor $\gamma = 2,5$ (berdasarkan pada data lingkungan FPSO Belanak-CONOCO). Perhitungan spektra gelombang ini menggunakan persamaan 2.49 sebagai berikut :

$$S(\omega) = \alpha g^2 \omega^{-5} \exp \left[-1,25 \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^{-4} \right] \gamma^{\exp \left[\frac{-(\omega - \omega_0)^2}{2\tau^2 \omega_0^2} \right]}$$

Hasil perhitungan spektra gelombang dapat dilihat pada lampiran D.

3.4 Analisa Pemodelan Struktur

Output yang dihasilkan dari analisa ini adalah berupa periode natural stuktur, joint kritis dan respons tegangan yang dihasilkan dari analisa dinamis. Periode natural struktur yang telah didapatkan kemudian dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya (LAPI-ITB). Sedangkan joint kritis didapatkan dari analisa dinamis terhadap beban gelombang dengan respon tegangan ekstrem.

3.5 Spectral Fatigue Analysis

Adapun langkah-langkah perhitungan *fatigue life* dengan *spectra fatigue analysis*, adalah sebagai berikut :

- Menentukan RAO tegangan dari distribusi tegangan yang terjadi akibat *beban fatigue*
- Penentuan mode operasi (kotak operasi) seperti yang terdapat pada gambar 2.7.
- Penentuan peluang kejadian tiap-tiap komponen dalam sub-kotak operasi berdasarkan arah gelombang, sudut datang, dan tinggi gelombang signifikan (P_i , P_j , P_k)
- Penentuan spektrum gelombang sesuai kondisi perairan dalam variasi H_s dan arah gelombang.
- Penentuan luasan (m_0) dan momen luasan (m_2) dari respon spektra.
- Penentuan jumlah siklus respons/tegangan selama pengoperasian struktur
- Menentukan umur kelelahan struktur dengan persamaan kelelahan terangkai

Untuk lebih jelasnya dalam memperoleh umur kelelahan (fatigue life) suatu struktur bangunan laut dengan menggunakan *spectral fatigue analysis*, dapat dilihat pada subbab 2.7.

Secara skematis langkah-langkah yang dilakukan untuk *spectral fatigue analysis* dapat dilihat pada gambar 3.6.

3.6 Penentuan Keandalan Struktur

Adanya variabel acak dari beban gelombang yang bekerja secara siklik pada struktur menyebabkan timbulnya ketidakpastian. Untuk menjaga agar struktur tetap aman maka sangat diperlukan analisa keandalan struktur terhadap kelelahan. Metode yang digunakan dalam analisa keandalan struktur Hang Tuah (MOG-PU) jack-up platform ini adalah metode AFOSM.

Formulasi ambang keselamatan oleh kelelahan adalah (pers. 2.85 dan 2.86):

$$g(x) = \Delta - D$$

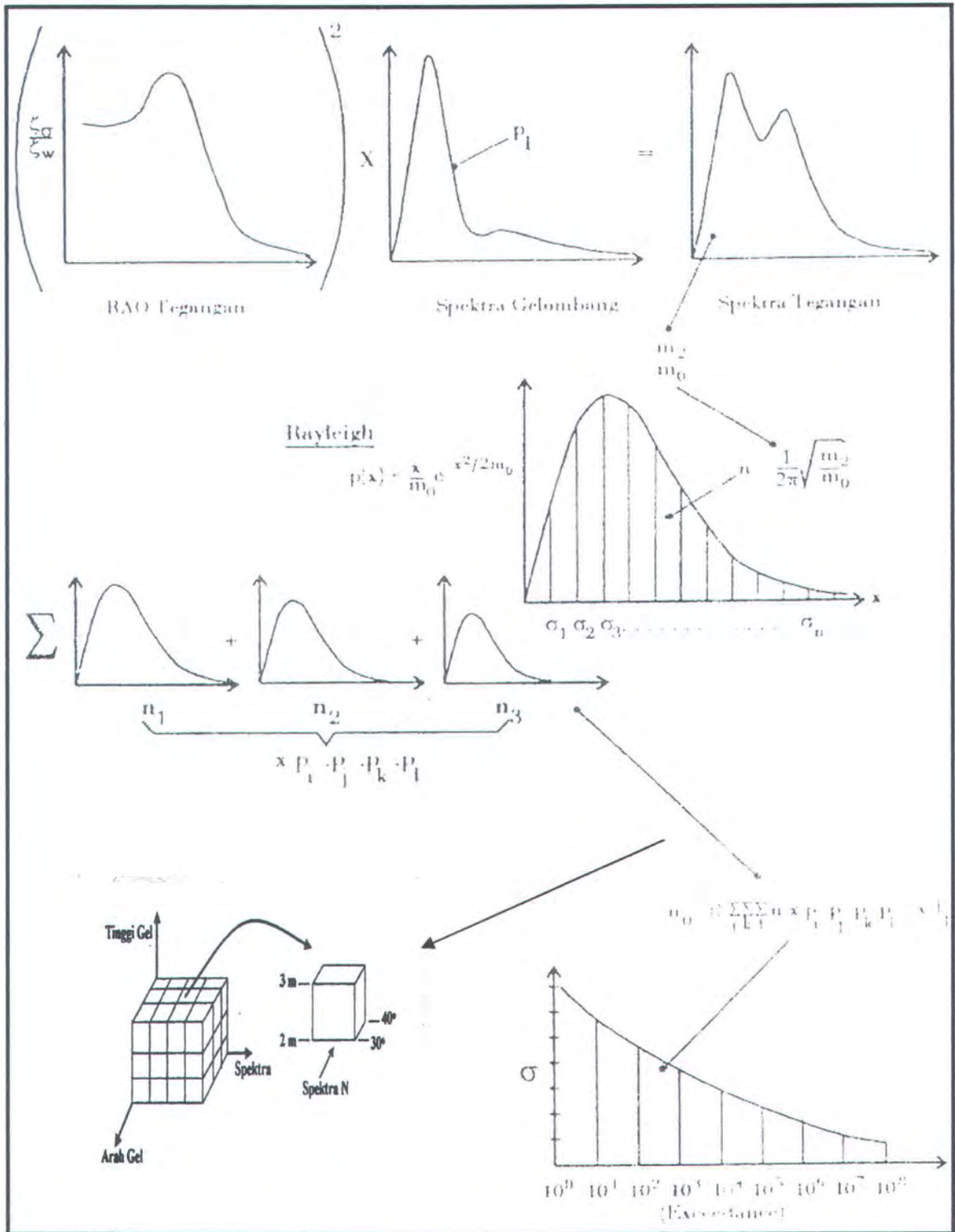
$$g(x) = \Delta - \frac{n_0}{A} \frac{S_e^m}{(\ln n_0)^{m/\xi}} \Gamma\left(\frac{m}{\xi} + 1\right)$$

dimana struktur akan mengalami kegagalan apabila nilai $g < 0$.

Tabel 3. 9 Data Statistik Variabel Penentu Analisa Keandalan (Djarmiko, 2003)

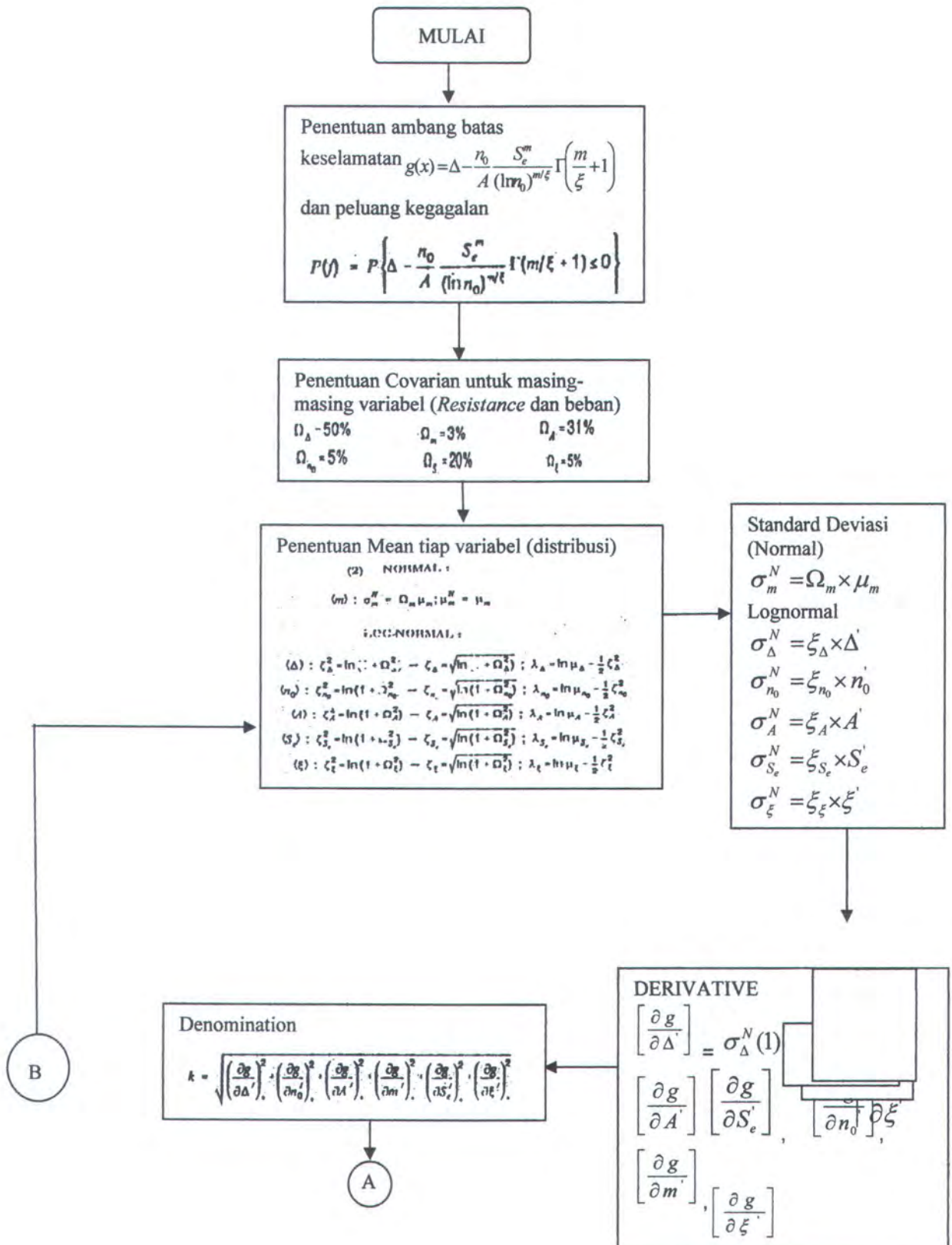
Variabel	COV	Tipe Distribusi
D	0.50	Log-Normal
Δ	0.60	Log-Normal
n_0	0.05	Log-Normal
A	0.31	Log-Normal
m	0.03	Normal
S_e	0.20	Log-Normal
ξ	0.05	Log-Normal

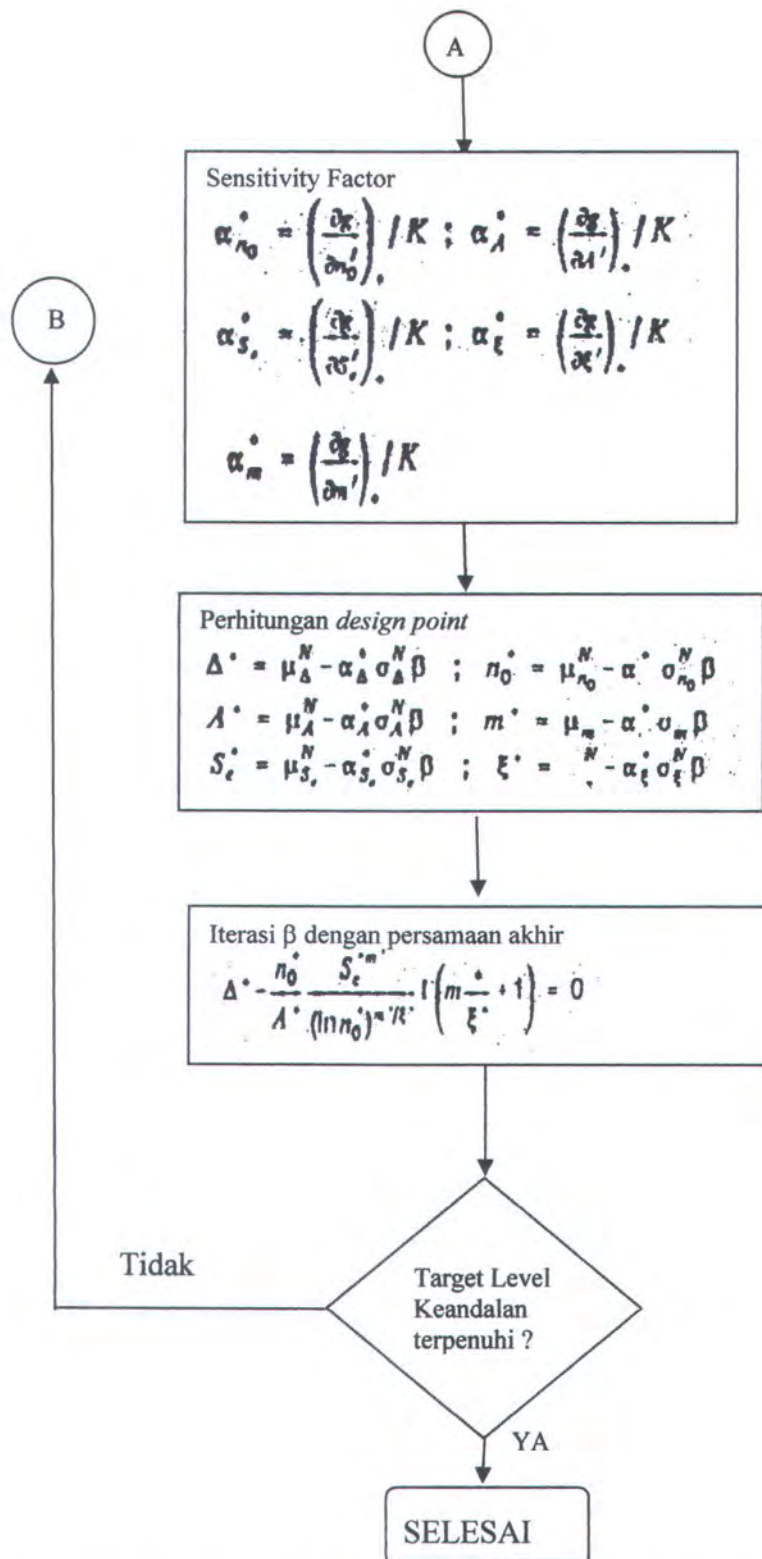
Apabila indeks keandalan telah diperoleh, langkah selanjutnya adalah menentukan degradasi keandalan selama umur operasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3. 6



Gambar 3. 6 Prosedur Penurunan Distribusi Tegangan Dengan Analisa Spektral Kurun waktu Panjang.

Setelah selesai melakukan tahapan-tahapan seperti yang terdapat pada Gambar 3. 6 di atas, langkah selanjutnya adalah menghitung keandalan struktur yang dapat digambarkan secara lebih detail pada gambar di bawah ini :





Gambar 3. 7 Diagram alir algoritma AFOSM untuk analisa keandalan terhadap kelelahan (Djarmiko, 2003)

BAB IV
ANALISA HASIL
DAN PEMBAHASAN



BAB IV

ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. ANALISA UMUR KELELAHAN STRUKTUR

4.1.1 Perhitungan Periode Natural Struktur

Sebelum melakukan analisa umur kelelahan, langkah penting yang harus dilakukan adalah menghitung periode natural struktur. Karena dengan diketahuinya periode natural struktur akan menentukan jenis analisa umur kelelahan yang akan dilakukan. Dari hasil *running* pada struktur Hang Tuah MogPU platform, diperoleh hasil perhitungan terhadap 10 *mode shape* struktur MOgPU untuk periode natural tertinggi seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.1. Hasil Perhitungan Periode Natural

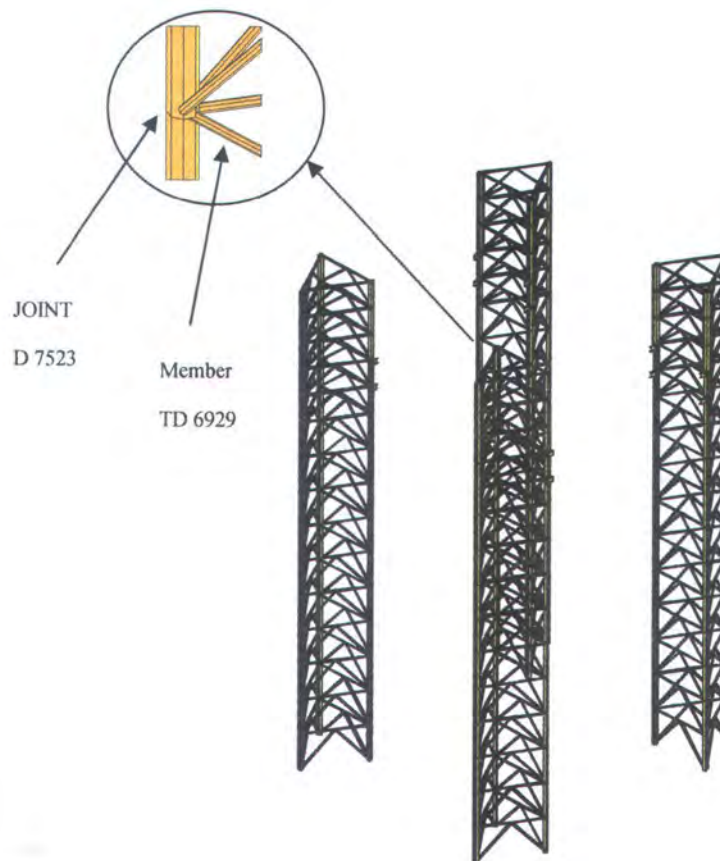
Mode Shape	Frekuensi Natural (rad/sec)	Periode Natural (sec)
1	0.3072	3.2557
2	0.3053	2.8545
3	0.6221	1.6074
4	1.9490	0.5129
5	1.9848	0.5038
6	2.0153	0.4962
7	2.0267	0.4934
8	2.0276	0.4932
9	2.0388	0.4905
10	2.0915	0.4781

Berdasarkan tabel 4.1 diatas maka dapat diketahui periode natural struktur adalah sebesar 3.25 detik. Periode natural maksimum ini terjadi pada mode shape 1. Sedangkan besarnya periode natural struktur Hang Tuah MogPU berdasarkan laporan akhir LAPI-ITB, periode natural struktur didapatkan sebesar 4,889 detik. Karena didapatkan periode natural struktur lebih dari 3 detik, maka berdasarkan ketentuan yang terdapat pada API RP-2A WSD, metode yang digunakan untuk analisa umur kelelahan struktur Hang Tuah MOgPu platform adalah menggunakan metode stokastik (*Spectral Fatigue Analysis*). *Output* hasil

running GT-Strudl untuk periode natural struktur secara lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran B.

4.1.2. Penentuan *Joint* Kritis

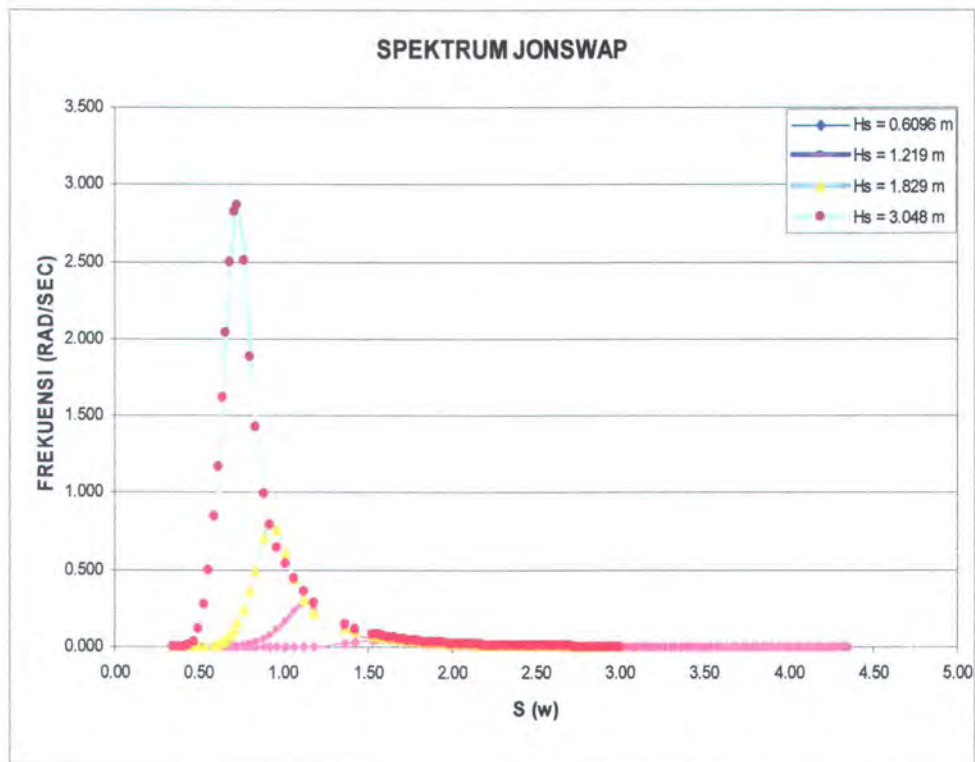
Setelah dilakukan analisa beban dinamis terhadap beban gelombang maka didapatkan respon struktur yang berupa tegangan. Analisa umur kelelahan dilakukan pada joint kritis. Dari hasil analisa dengan *software* GT-Strudl 28 didapatkan *joint* kritis yang merupakan *joint* dengan tegangan terbesar yaitu joint **D7523** dengan member **TD6929** sebagai *brace*-nya. Gambar 4.1. menunjukkan posisi dan konfigurasi dari *joint* kritis yang akan ditinjau yaitu pada elevasi 2,7 m di bawah MSL dengan koordinat (-6.5 m, -2.7 m, 5.7 m), dengan konfigurasi joint tipe Y.



Gambar 4.1. Posisi dan Konfigurasi Joint Kritis

4.1.3. Spektrum Gelombang

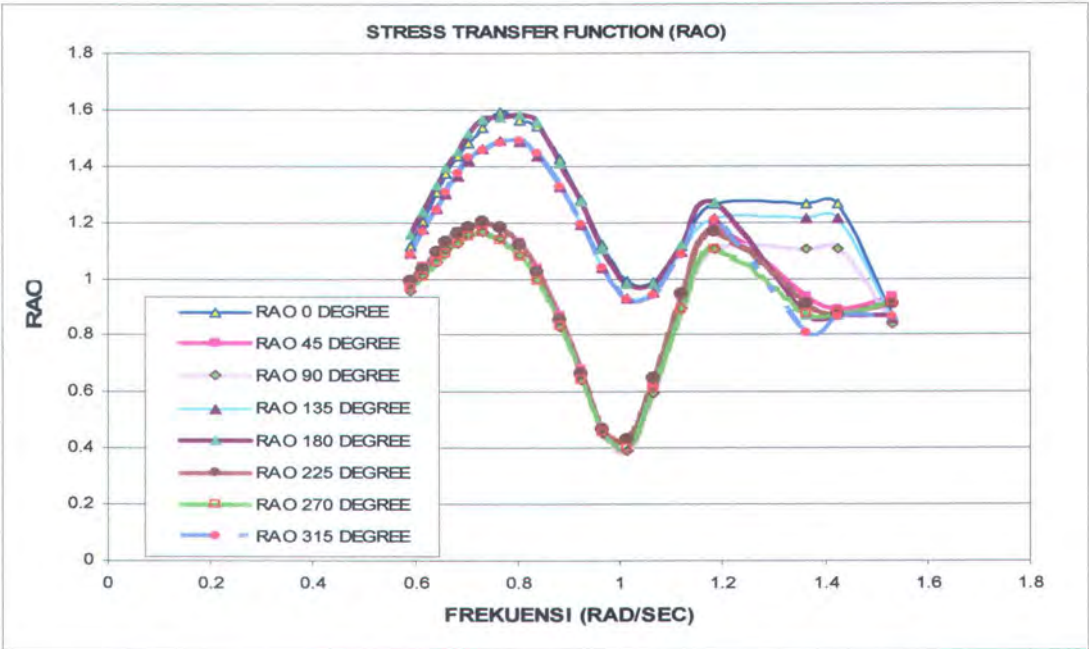
Untuk analisa umur kelelahan dengan menggunakan metode *Spectral Fatigue Analysis*, langkah selanjutnya setelah joint kritis diperoleh adalah menentukan spektrum gelombang berdasarkan lokasi struktur. Spektrum yang digunakan pada tugas akhir ini adalah spektrum Jonswap, karena struktur berada di perairan Natuna barat. Untuk analisa spektrum gelombang dilakukan tiap-tiap sea state dengan variasi H_s (tinggi gelombang signifikan dalam meter). Untuk perhitungan spektrum dapat dilihat pada lampiran C.



Gambar 4.2. Grafik Spektrum Jonswap

4.1.4. Response Amplitude Operator (RAO)

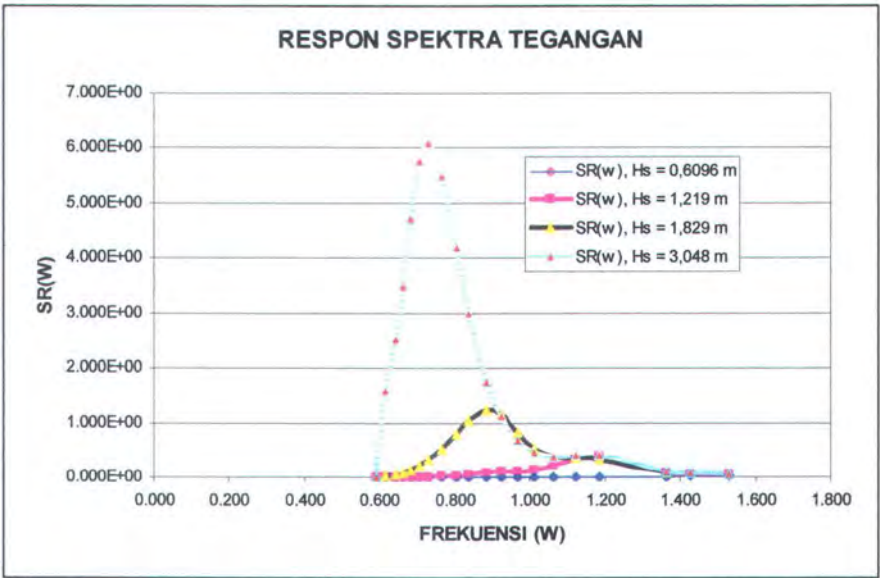
Dari output tegangan terhadap joint kritis akan didapatkan RAO (*Response Amplitude Operator*) terhadap tegangan untuk tiap-tiap sea state. Liu (1989) menyarankan agar paling tidak ada 8 RAO yang harus dikaji yaitu pada arah 315° , 270° , 220° , 180° , 135° , 90° , 45° , dan 0° . Contoh perhitungan RAO dapat dilihat pada lampiran D. Gambar 4.3. menunjukkan plot grafik RAO terhadap frekuensi (rad/sec) untuk 8 arah pada 1 joint kritis yaitu pada joint D7523.



Gambar 4.3. Grafik RAO terhadap frekuensi

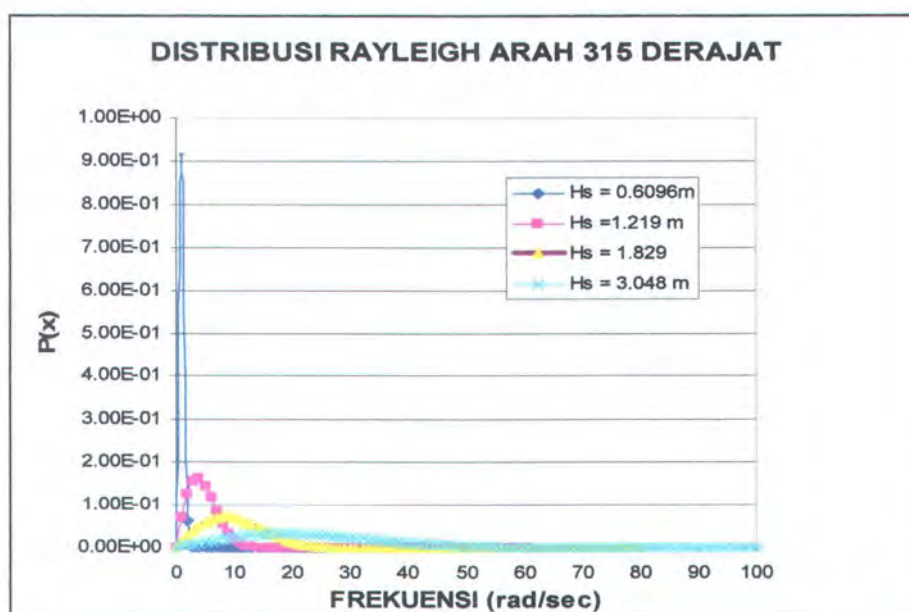
4.1.5. Respon Spektrum Tegangan

Dari data RAO dan spektrum gelombang maka akan didapatkan respon spektrum tegangan dengan menggunakan persamaan 2.51. Analisa respon tegangan ini dilakukan dalam 8 arah, tiap-tiap arah terdapat 4 sea state, sehingga jumlah total ada 32 sea state. Gambar di bawah ini menunjukkan grafik respons spektrum tegangan pada satu arah untuk 4 variasi tinggi gelombang signifikan (H_s). Contoh perhitungan respon spektra tegangan terdapat pada lampiran E.



Gambar 4.4 Grafik Respon spektra tegangan arah 315 derajat

Analisa umur kelelahan dilakukan dalam kurun waktu pendek (*short term*) yang dilanjutkan dengan kurun waktu panjang (*long term*). Untuk analisa kurun waktu pendek, setelah didapatkan luasan dan momen luasan dari respon spektrum tegangan struktur maka dapat ditentukan distribusi peluang dengan menggunakan distribusi Rayleigh dengan menggunakan persamaan 2.61. Perhitungan distribusi Rayleigh secara lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran F. Analisa distribusi Rayleigh dilakukan untuk semua sea state dan hasilnya diplotkan dalam grafik seperti yang terdapat pada gambar 4.5 di bawah ini :



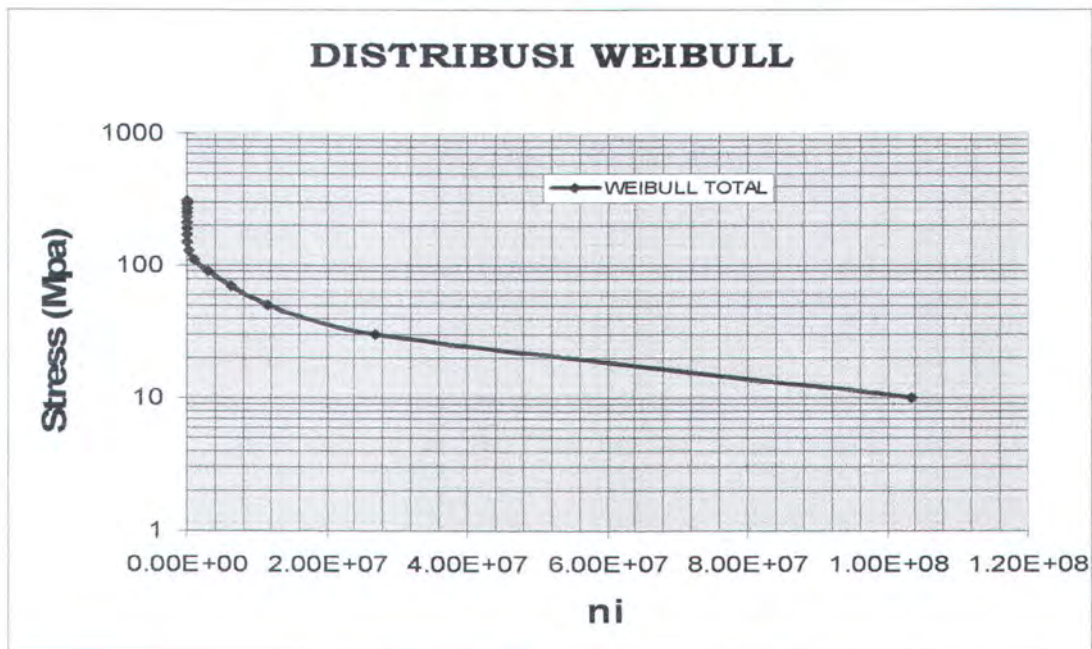
Gambar 4.5. Distribusi rayleigh arah 315 derajat

Dengan distribusi tegangan yang ditentukan berdasarkan distribusi Rayleigh maka dapat diperoleh harga n/N . Sedangkan nilai N sendiri dihitung dari kurva S-N yang menunjukkan jumlah siklus beban dalam terhadap range tegangan. Dari keseluruhan jumlah total n/N didapat sebesar **0.672** yang merupakan besarnya kerusakan dari penghitungan metode Palmgern-Miner yang dirumuskan seperti pada persamaan 2.56

Dari perhitungan distribusi Rayleigh, selanjutnya dapat ditentukan n_0 yang akan digunakan dalam perhitungan umur kelelahan (*Closed Form Fatigue Equation*), dimana perhitungan n_0 dilakukan untuk *service life* 25 tahun. Persamaan yang digunakan untuk menentukan jumlah siklus tegangan total (n_0) adalah persamaan 2.57 dan 2.58.

Sedangkan dalam kurun waktu panjang, yang merupakan penjumlahan kurun waktu pendek, respon tegangan akan mempunyai bentuk distribusi Weibull. Dari bentuk kurva

distribusi Weibull ini dapat diperkirakan rentang nilai parameter bentuk (ξ), lebih dari 1 atau kurang dari 1. Dari akumulasi distribusi Rayleigh akan didapatkan grafik yang menggambarkan rasio antara jumlah siklus tegangan selama operasi terhadap *stress range* untuk semua *sea state* dalam skala logaritmik seperti yang terdapat pada gambar 4.6. di bawah ini :



Gambar 4.6. Distribusi weibull (logaritmik)

4.1.6 Perhitungan Umur Kelelahan Struktur

Untuk menentukan umur kelelahan maka perlu diketahui terlebih variabel-variabel yang terdapat pada persamaan umum kelelahan terangkai (*Closed Form Fatigue Equation*). Dari hasil analisa sebelumnya, maka didapatkan siklus tegangan selama operasi yang bekerja pada struktur adalah sebesar (n_0) $1,53 \times 10^8$ cycle dengan tegangan ekstrem sebesar (S_e) = 186 N/mm^2 , yang didapatkan dari dua kali rentang tegangan ekstrem dimana n_0 mencapai nilai 1.

Berdasarkan persamaan (2.68), ada 3 variabel yang belum diketahui yaitu A, m dan ξ . Dari kurva S-N API RP-2A WSD, dapat dihitung nilai A yang menunjukkan luasan dibawah kurva S-N sebesar $2,5 \times 10^{13}$. Sedangkan untuk menentukan intersepsi kemiringan kurva S-N menggunakan salah satu ketentuan yang terdapat pada API RP-2A WSD yaitu sebesar 3.74. Langkah selanjutnya yaitu menentukan besarnya parameter bentuk distribusi Weibull

(ξ). Hal ini merupakan langkah yang sangat penting dalam penentuan umur kelelahan. Nilai ξ ditentukan dengan iterasi, dengan membandingkan *damage* antara hasil perhitungan Palmgern-Miner yaitu sebesar **0.672** dan *damage* dari perhitungan persamaan kelelahan terangkai. Proses iterasi parameter bentuk Weibull (ξ) dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.2. Perhitungan Iteratif Parameter Weibull (ξ)

ζ	D			Δ
	(Closed Form Equation)	Fatigue	(Miner's Rule)	
0.770	0.511731		0.672	1.60E-01
0.780	0.539540		0.672	1.32E-01
0.790	0.568278		0.672	1.04E-01
0.800	0.597950		0.672	7.41E-02
0.810	0.628558		0.672	4.34E-02
0.820	0.660104		0.672	1.19E-02
0.830	0.692589		0.672	-2.06E-02
0.840	0.726013		0.672	-5.40E-02
0.850	0.760375		0.672	-8.84E-02
0.860	0.795672		0.672	-1.24E-01
0.870	0.831902		0.672	-1.60E-01
0.880	0.869059		0.672	-1.97E-01
0.890	0.907141		0.672	-2.35E-01
0.900	0.946140		0.672	-2.74E-01

Dari hasil iterasi diatas maka didapatkan nilai $\xi \approx 0.82$. Karena variabel –variabel yang diperlukan untuk menghitung umur kelelahan dengan menggunakan persamaan kelelahan terangkai didapatkan, maka dengan metode substitusi ke persamaan (2.68) :

$$D=\frac{n_0}{A} \frac{S_e^m}{(\ln n_0)^{m/\xi}} \Gamma\left(\frac{m}{\xi}+1\right)$$

nilai indeks kerusakan (**D**) yang didapat sebesar **0,111632**. Sehingga umur kelelahan struktur didapatkan sebesar 85,9 tahun \approx **86** tahun yang akan digunakan sebagai *initial condition* untuk perhitungan kelelahan. Hasil perhitungan umur kelelahan ini kemudian

dibandingkan dengan hasil perhitungan Final Report LAPI-ITB untuk struktur Hang Tuah MogPU platform adalah sebesar 87,4 tahun. Sehingga terdapat selisih perhitungan umur kelelahan struktur sebesar 1,4 tahun.

Dengan demikian dari hasil analisa umur kelelahan dengan menggunakan metode Spectral Fatigue Analysis dapat dikatakan bahwa struktur Hang Tuah MogPu platform ini masih relatif aman dalam pengoperasiannya selama *service life* (umur operasi yang direncanakan). Karena umur kelelahan struktur sudah memenuhi kriteria umur kelelahan dari API RP2A-WSD, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Service life} &< \text{Design life} < \text{Fatigue life} \\ 25 \text{ tahun} &< 2 \times \text{Service life (25 tahun)} < 86 \text{ tahun} \end{aligned}$$

4.2. ANALISA KEANDALAN STRUKTUR TERHADAP KELELAHAN

4.2.2. Perhitungan Indeks Keandalan dan Peluang Kegagalan Struktur

Analisa keandalan struktur Hang Tuah MogPU platform terhadap kelelahan pada penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode *advanced first order second moment* (AFOSM). Dengan menggunakan ambang batas keselamatan pada persamaan 2.87, maka dapat ditentukan besarnya indeks keandalan struktur. Perhitungan indeks keandalan struktur dilakukan melalui tahap-tahap seperti yang terdapat pada persamaan 2.77 sampai dengan 2.84.

Input data yang digunakan dalam perhitungan keandalan struktur adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3.Input data perhitungan Indeks Keandalan

Variabel	Mean (μ)	COV(Ω)	Tipe Distribusi
Δ	1	0.5	Log-Normal
n0	1.53E+08	0.05	Log-Normal
A	2.50124E+13	0.31	Log-Normal
m	3.74	0.03	Normal
Se	186	0.2	Log-Normal
ξ	0.82	0.05	Log-Normal

Sedangkan untuk penentuan *design point* dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung standard deviasi, differensial dari fungsi, dan *sensitivity factor* yang dirumuskan sebagai berikut :

1. Formulasi Ambang Keselamatan

$$g(x) = \Delta - \frac{n_0}{A} \frac{S_e^m}{(\ln n_0)^{m/\xi}} \Gamma\left(\frac{m}{\xi} + 1\right)$$

2. Standar Deviasi

Untuk tipe distribusi normal:

$$\sigma_X^N = \Omega_X \times \mu_X$$

Untuk tipe distribusi log normal:

$$\sigma_X^N = \xi_X \times X'$$

$$\xi_X = \sqrt{\ln(1 + \Omega_X^2)}$$

$$X' = \mu_X$$

3. Denomination

$$k = \sqrt{\sum_i^n \left(\frac{\partial g}{\partial X_i'}\right)^2}$$

4. Sensitivity Factor

$$\alpha_{X_i}' = \left(\frac{\partial g}{\partial X_i'}\right) / k$$

5. Design Points

$$X_i' = \mu_{X_i}^N - \alpha_{X_i}' \sigma_{X_i}^N \beta$$

6. Final Equation

$$\Delta' - \frac{n_0'}{A'} \frac{S_e'^{m'}}{(\ln n_0')^{m'/\xi'}} \Gamma\left(\frac{m'}{\xi'} + 1\right) = 0$$

Hasil perhitungan variable design point terdapat pada tabel 4.4 dan Tabel 4.5 di bawah ini

Tabel 4.4. Variabel *design point*

Variabel	Standard deviation σ_x^N	Derivation $\left(\frac{\partial g}{\partial X_i'}\right)$	Denomination $K = \sqrt{\sum_i^n \left(\frac{\partial g}{\partial X_i'}\right)^2}$	Sensitivity factor α_x^i
Δ	0.4724	0.4724	1.000049481	1.000
n0	7645225.2	4.41E-04		4.41E-04
A	7.577E+12	3.527E-03		3.526E-03
m	0.1122	2.993E-03		2.993E-03

Variabel	Standard deviation σ_x^N	Derivation $\left(\frac{\partial g}{\partial X_i}\right)$	Denomination $K = \sqrt{\sum_i^n \left(\frac{\partial g}{\partial X_i}\right)^2}$	Sensitivity factor α_x^i
Se	36.8358	8.629E-03		8.628E-03
ξ	0.0409744	1.7073E-03		1.707E-03

Dengan menggunakan input variable-variabel diatas, maka design point (X_i') dapat dihitung seperti pada tabel 4.5. di bawah ini :

Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Design Point

Variabel	Design Point (X_i')
Δ	$1 - (1,00 \times 0,4724) \beta$
n_0	$1,53 \cdot 10^8 - (4,41 \cdot 10^{-4} \times 7,645 \cdot 10^6) \beta$
A	$2,5 \cdot 10^{13} - (3,526 \cdot 10^{-3} \times 7,57 \cdot 10^{12}) \beta$
m	$3,74 - (2,993 \cdot 10^{-4} \times 0,1122) \beta$
S_e	$186 - (8.628 \cdot 10^{-3} \times 36,8358) \beta$
ξ	$0,82 - (1,7073 \cdot 10^{-3} \times 0,04097) \beta$

Berdasarkan dari tabel diatas maka indeks keandalan dapat ditentukan berdasarkan iterasi. Keandalan didapatkan dengan iterasi hingga Ambang batas keselamatan($g(x)$) mencapai harga 0. Sebagai *initial condition*, input data yang digunakan adalah variable saat umur kelelahan struktur 86 tahun. Selanjutnya indeks keandalan struktur (β) dapat dihitung dengan melakukan suatu proses iterasi berdasarkan persamaan pada langkah 6 pada desain point yang telah ditentukan terlebih dahulu. Tabel 4.6. di bawah ini akan menunjukkan proses iterasi yang dilakukan untuk memperoleh harga indeks keandalan struktur (β).

Tabel 4.6. Iterasi Perhitungan Indeks Keandalan (β)

Δ'	N'	A'	m'	S'	ξ'	β	$g(x)$
1,025E-01	152993593,7	2,49616E+13	3,73936193	185,3961	0,819867088	1,9	0,091
7,890E-02	152993425,1	2,49603E+13	3,73934514	185,3802	0,81986359	1,95	0,067
7,418E-02	152993391,4	2,496E+13	3,73934178	185,377	0,819862891	1,96	0,063
6,946E-02	152993357,7	2,49598E+13	3,73933842	185,3739	0,819862191	1,97	0,058

Δ'	N'	A'	m'	S'	ζ'	β	$g(x)$
1,025E-01	152993593,7	2,49616E+13	3,73936193	185,3961	0,819867088	1,9	0,091
6,001E-02	152993290,3	2,49592E+13	3,73933171	185,3675	0,819860792	1,99	0,049
5,529E-02	152993256,6	2,4959E+13	3,73932835	185,3643	0,819860092	2	0,044
5,056E-02	152993222,8	2,49587E+13	3,73932499	185,3611	0,819859393	2,01	0,039
4,584E-02	152993189,1	2,49584E+13	3,73932163	185,358	0,819858693	2,02	0,034
4,111E-02	152993155,4	2,49582E+13	3,73931827	185,3548	0,819857994	2,03	0,030
3,356E-02	152993101,5	2,49577E+13	3,7393129	185,3497	0,819856875	2,046	0,022
2,883E-02	152993067,7	2,49575E+13	3,73930954	185,3465	0,819856175	2,056	0,017
2,411E-02	152993034	2,49572E+13	3,73930618	185,3433	0,819855475	2,066	0,013
1,939E-02	152993000,3	2,49569E+13	3,73930283	185,3402	0,819854776	2,076	0,008
1,466E-02	152992966,6	2,49567E+13	3,73929947	185,337	0,819854076	2,086	0,003
1,183E-02	152992946,4	2,49565E+13	3,73929745	185,3351	0,819853657	2,092	0,000
7,105E-03	152992912,6	2,49562E+13	3,73929409	185,3319	0,819852957	2,102	-0,004
2,381E-03	152992878,9	2,4956E+13	3,73929074	185,3287	0,819852258	2,112	-0,009
-2,342E-03	152992845,2	2,49557E+13	3,73928738	185,3255	0,819851558	2,122	-0,014
-7,066E-03	152992811,5	2,49554E+13	3,73928402	185,3224	0,819850859	2,132	-0,019

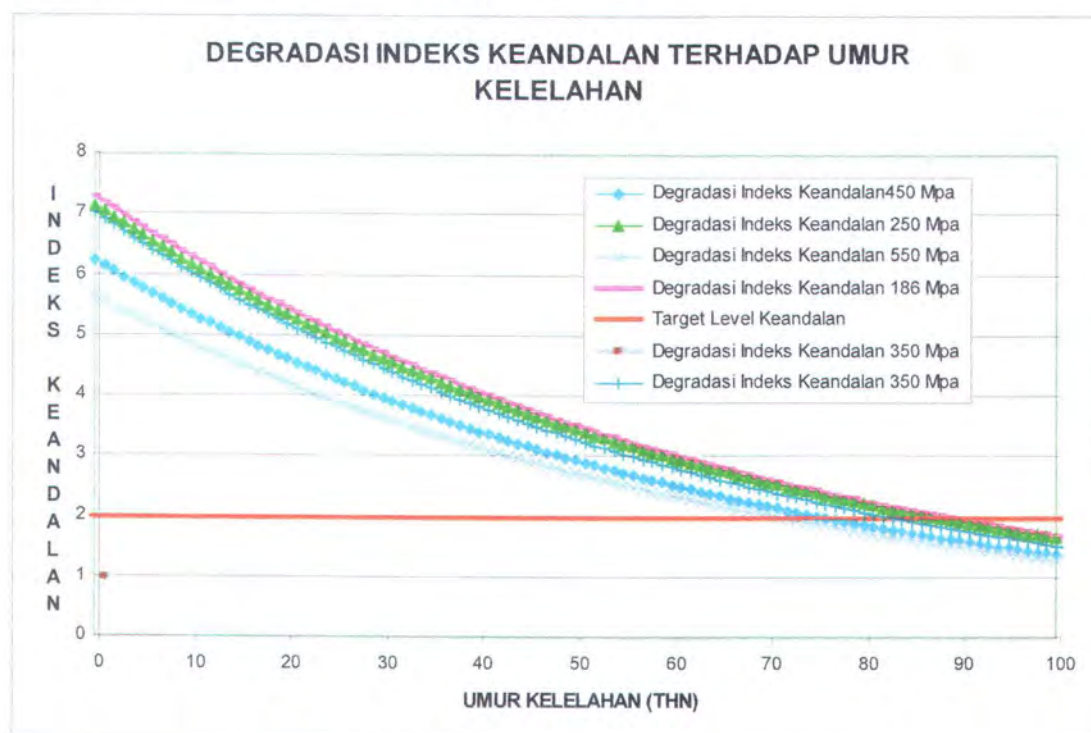
Pada Tabel 4.7. terlihat bahwa iterasi selesai pada titik $\beta = 2.092$ dimana harga $g(x) \approx 0$. Dengan demikian besarnya indeks keandalan struktur untuk umur kelelahan **86 tahun** adalah **2,092**.

Sehingga sebagai acuan awal untuk menghitung degradasi keandalan adalah dengan *fatigue life* sebesar 86 tahun, indeks keandalannya mencapai 2,092. Dari indeks keandalan struktur yang telah didapatkan, maka dapat ditentukan peluang kegagalan struktur yaitu sebesar $\phi(-\beta) = 0,0182196$. Hasil perhitungan ini menjadi *initial condition* pada penentuan degradasi keandalan struktur terhadap kelelahan.

4.2.3. Degradasi Keandalan

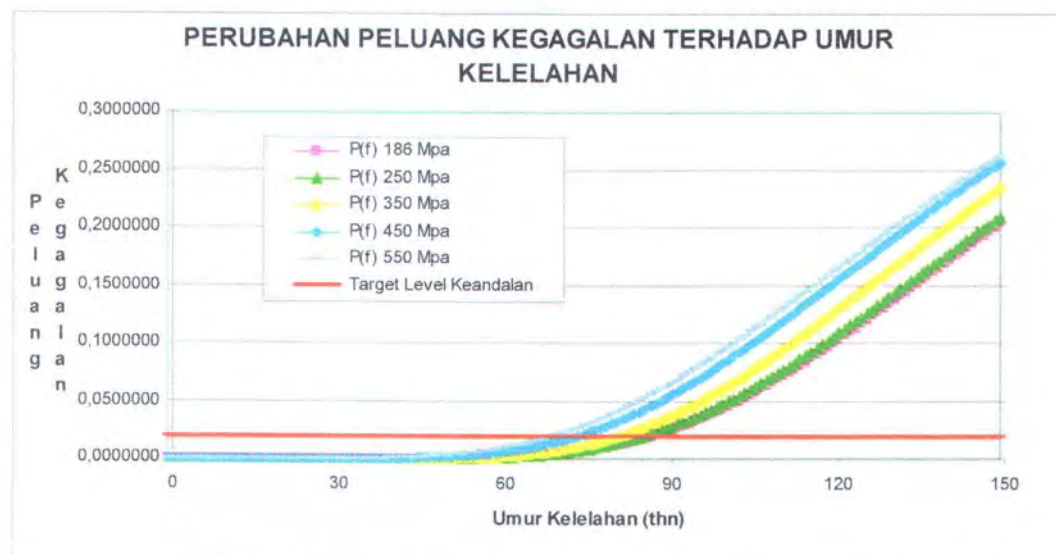
Ketahanan struktur merupakan fungsi waktu. Semakin bertambah umur kelelahan struktur maka peluang kegagalan yang mungkin akan timbul juga semakin besar. Oleh karena itu perlu diperhitungkan degradasi keandalan struktur terhadap kelelahan sebagai fungsi waktu. Untuk kondisi awal (*initial condition*) menggunakan umur kelelahan 86 tahun dengan indeks keandalan sebesar 2,092. Dengan membagi rasio jumlah siklus tegangan terhadap perbandingan umur kelelahan, maka didapatkan degradasi keandalan terhadap kelelahan seperti digambarkan pada gambar 4.7 dibawah ini dimana target keandalan

terhadap kelelahan ditetapkan = 2 (Djarmiko, 2003).



Gambar 4.7. Grafik degradasi Keandalan

Berdasarkan gambar 4.7 di atas maka dapat ditentukan bahwa struktur memasuki tahap kritisnya dimana indeks keandalan struktur ≈ 2 (target level keandalan) yaitu pada tahun ke-72. Sedangkan berdasarkan peluang kegagalan terhadap umur kelelahan digambarkan seperti gambar 4.8 dibawah ini :



Gambar 4.8. Grafik Perubahan Peluang Kegagalan terhadap Umur Kelelahan

Dari kedua gambar grafik diatas, dengan menggunakan rentang tegangan ekstrem struktur hingga mencapai tegangan *ultimate* sebesar 550 Mpa, maka struktur akan mengalami tahap kritisnya pada saat umur kelelahan mencapai 72 tahun dengan peluang kegagalan sebesar 0,0239811. Besarnya indeks keandalan dan peluang kegagalan untuk tiap-tiap variasi tegangan ekstrem pada saat umur kelelahan 86 tahun didapatkan sebagai berikut :

Tabel 4.7 Indeks Keandalan dan Peluang Kegagalan
pada berbagai variasi tegangan ekstrem.

Tegangan ekstrem	β	Peluang Kegagalan (Pf)
186 Mpa	2,092	0,0182196
250 Mpa	2,0462	0,0203681
350 Mpa	1,903	0,02851
450 Mpa	1,71	0,0436207
550 Mpa	1,613	0,0533

Sedangkan besarnya indeks keandalan pada saat service life 25 tahun adalah 3,92 dengan peluang kegagalan sebesar 0,0000442. Maka dengan demikian dapat dikatakan bahwa dengan service life 25 tahun struktur Jack-Up Hang Tuah MogPu platform aman

BAB V
PENUTUP



BAB V

PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Setelah melakukan analisa keandalan terhadap kelelahan pada struktur kaki Hang Tuah MogPU platform, dapat disimpulkan beberapa hal berikut ini :

1. Berdasarkan analisa kelelahan dengan menggunakan metode *Spectral Fatigue Analysis* didapatkan umur kelelahan struktur sebesar **86** tahun, untuk service life 25 tahun. Sehingga dapat dikatakan bahwa struktur aman.
2. *Initial condition* yang digunakan untuk menentukan degradasi keandalan adalah dengan umur kelelahan **86** tahun, indeks keandalan yang dicapai sebesar **2,092** dengan peluang kegagalan sebesar **0,0182196**.
3. Dengan menggunakan metode AFOSM untuk analisa keandalan didapatkan grafik degradasi keandalan sebagai fungsi waktu dari umur kelelahan. Dari grafik dapat ditentukan tahun pada saat struktur berada pada tahap kritis. Dengan menggunakan variasi tegangan ekstrem antara yaitu pada *yield strength* = 250 Mpa, indeks keandalannya sebesar 2,0462 sedangkan pada saat *ultimate strength* = 550 Mpa didapatkan indeks keandalan sebesar 1,613. Dan pada saat tegangan *ultimate*, struktur mencapai tahap kritisnya pada tahun ke-72. Sedangkan besarnya indeks keandalan pada saat service life 25 tahun adalah 3,92 dengan peluang kegagalan sebesar 0,0000442. Sehingga dengan demikian dapat dikatakan bahwa struktur Hang Tuah MogPU platform aman beroperasi dengan service life 25 tahun.

5.2. SARAN

Beberapa saran yang dapat dipertimbangkan lebih lanjut untuk pengembangan tugas akhir ini antara lain :

1. Pemodelan pada struktur ini belum memperhitungkan struktur geladak (deck) dan struktur pondasi secara detail, sehingga perlu pemodelan yang lebih terperinci lagi.

2. Analisa Keandalan terhadap kelelahan hanya menggunakan 1 metode yaitu AFOSM, sehingga sebagai verifikasi hasil perlu menggunakan metode keandalan lain, misal : Monte Carlo, dsb.
3. Analisa keandalan terhadap kelelahan struktur ini didasarkan pada kondisi *intact*. Untuk selanjutnya analisa keandalan dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan *fatigue crack propagation*.



DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- American Petroleum Institute, Supplement 1 to API RP 2A (21th Edition). (2003). *Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms-Working Stress Design*.
- American Bureau Of Shipping, 2004, "Commentary On The Guide For The Fatigue Assesment Of Offshore Structure (April 2003)", Houston, USA.
- Ang, A. H-S. & Tang, W.H. (1984). *Probability Concepts in Engineering Planning and Design*. John Wiley & Sons, New York.
- Boonstra, Shabakhty, Gelder. (2002). *Reliability Analysis Of Jack-Up Platforms Based On Fatigue Degradation, Proceedings of OMAE'02*, Norway.
- Chakrabarti, S.K. (1987). *Hydrodynamics of Offshore Structures*, Computational Mechanics Publications Southampton, Boston, USA.
- Dawson, T.H..(1983). **Offshore Structural Engineering**. Prentice Hall ,Inc., New Jersey.
- Djarmiko, E.B. (2003) . *Fatigue Analysis, Kursus Singkat Offshore Structure Design And Modelling*, Surabaya.
- Karadeniz, H. (2003). *A Fast Calculation Procedure For Fatigue Reliability Estimates Of Offshore Structures, Proceedings of OMAE'03*, , Mexico.
- Miner, M.A. (1945), *Cumulative Damage in Fatigue, Journal of Apllied Mecahanics*, ASME, Vol.12, p. A-159
- Munse, W.H. (1981), *Fatigue Criteria for Ship Structure Detail, Proc. Of the Extreme Loads Response Symp.*, SNAME, Arlington, VA, USA, Oct.
- Murdjito. (1996). *Diktat Pengantar Bangunan Lepas Pantai, Kursus segitiga Biru ITS – Unhas – Unpati*, FTK ITS, Surabaya.
- Nowak, A. and Collins, KR., 2000, "Reliability Of Structures", USA.
- Ridloudin, A. (2004). *Analisa Perhitungan Umur Kelelahan Struktur Hang Tuah MOgPU Platform di Perairan Natuna Barat, Tugas Akhir*, FTK-ITS, Surabaya.
- Rosyid, D.M.(1996). *Perancangan Struktur Anjungan Lepas Pantai Filosofi, Prosedur, Model Analisis*, ITS, Surabaya.
- Sarpkaya, T.(1981). **Mechanics of Forces on Offshore Structures**. Litton Educational publishing, Inc. USA.
- Soedjono, J. J. (1998). *Diktat Mata kuliah Konstruksi Bangunan Laut II*, Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

SSC-351 Ship Structure Committee, 1990, "*An Introduction To Structural Reliability Theory*", Washington, USA

Sutomo,J. (1997). **Diktat Mata kuliah Kelelahan dan Kepecahan**, Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

Underwater Engineering Group. (1985). *Design of Tubular Joint for Offshore Structure*, Ur33, London, UK.

Hang Tuah Jobsheet Platform.. *Hang Tuah ACE platform West Natuna Sea Gas Development*. Arup Energy

_____, 1999, "Drawing- Doc.No 84501-5100-6A-04-A1", Ove Arup & Partners International Ltd.

_____, 2002, " Weight Control Report-Doc. No. 84502-20-00-OP-002", Ove Arup & Partners International Ltd.

_____, 1999, "Structural Detailed Design Premise- Doc. No. 84502-5000-6A-01-0", Ove Arup & Partners International Ltd.



LAMPIRAN A

**INPUT BEBAN GELOMBANG PADA ARAH 315°
DENGAN SOFTWARE GT SELOS**

\$ SELOS 'MOGPU'
\$ OUTPUT UNITS ENGLISH
\$ SAVE LOADINGS
\$ PRINT LOADING TOTALS ONLY
LOAD REFERENCE JOINT 'MUD'
\$ IDENTIFY UNRECOGNIZED
COMMANDS
\$ MEMBER DRAG FORCE PRESSURE
RESOLUTION
STRUDL 'MOGPU' 'FATIGUE
ANALYSIS'

\$\$ This GTSTRUDL file created from
GTMenu on 11/23/2003

\$\$
UNITS MM TONS DEG FAH
\$\$

\$\$
JOINT COORDINATES GLOBAL

'D7475' -6.4999966E+03 -
7.1499961E+04 5.6299971E+03
'D7476' 0.0000000E+00 -
7.1499961E+04 5.6299971E+03
'D7477' 6.4999966E+03 -
7.1499961E+04 5.6299971E+03
'D7478' 3.2499983E+03 -
7.1499961E+04 0.0000000E+00
'D7479' 0.0000000E+00 -
7.1499961E+04 -5.6299971E+03
'D7480' -3.2499983E+03 -
7.1499961E+04 0.0000000E+00
'D7481' -6.4999966E+03 -
6.2899961E+04 5.6299971E+03
'D7482' 0.0000000E+00 -
6.2899961E+04 5.6299971E+03
'D7483' 6.4999966E+03 -
6.2899961E+04 5.6299971E+03
'D7484' 3.2499983E+03 -
6.2899961E+04 0.0000000E+00
'D7485' 0.0000000E+00 -
6.2899961E+04 -5.6299971E+03
'D7486' -3.2499983E+03 -
6.2899961E+04 0.0000000E+00
'D7487' -6.4999966E+03 -
5.4299867E+04 5.6299971E+03
'D7488' 0.0000000E+00 -
5.4299867E+04 5.6299971E+03
'D7489' 6.4999966E+03 -
5.4299867E+04 5.6299971E+03
'D7490' 3.2499983E+03 -
5.4299867E+04 0.0000000E+00
'D7491' 0.0000000E+00 -
5.4299867E+04 -5.6299971E+03
'D7492' -3.2499983E+03 -
5.4299867E+04 0.0000000E+00
'D7493' -6.4999966E+03 -
4.5699977E+04 5.6299971E+03

'D7644' 5.1899973E+04
1.8900090E+04 5.6299971E+03
'D7645' 4.8650074E+04
1.8900090E+04 0.0000000E+00
'D7646' 3.8900277E+04
2.5401186E+04 5.6299971E+03
'D7647' 4.5400273E+04
2.5401186E+04 5.6299971E+03
'D7648' 4.2150277E+04
2.5401186E+04 0.0000000E+00
'D7649' 4.5400273E+04
2.5401186E+04 -5.6299971E+03
'D7650' 5.1900371E+04
2.5401186E+04 5.6299971E+03
'D7651' 4.8650371E+04
2.5401186E+04 0.0000000E+00
'D7652' 3.8900277E+04
3.1901184E+04 5.6299971E+03
'D7653' 4.5400273E+04
3.1901184E+04 5.6299971E+03

'D7494' 0.0000000E+00 -
4.5699977E+04 5.6299971E+03
'D7495' 6.4999966E+03 -
4.5699977E+04 5.6299971E+03
'D7496' 3.2499983E+03 -
4.5699977E+04 0.0000000E+00
'D7497' 0.0000000E+00 -
4.5699977E+04 -5.6299971E+03
'D7498' -3.2499983E+03 -
4.5699977E+04 0.0000000E+00
'D7499' -6.4999966E+03 -
3.7099879E+04 5.6299971E+03
'D7500' 0.0000000E+00 -
3.7099879E+04 5.6299971E+03
'D7501' 6.4999966E+03 -
3.7099879E+04 5.6299971E+03
'D7502' 3.2499983E+03 -
3.7099879E+04 0.0000000E+00
'D7503' 0.0000000E+00 -
3.7099879E+04 -5.6299971E+03
'D7504' -3.2499983E+03 -
3.7099879E+04 0.0000000E+00
'D7505' -6.4999966E+03 -
2.8499984E+04 5.6299971E+03
'D7506' 0.0000000E+00 -
2.8499984E+04 5.6299971E+03
'D7507' 6.4999966E+03 -
2.8499984E+04 5.6299971E+03
'D7508' 3.2499983E+03 -
2.8499984E+04 0.0000000E+00
'D7509' 0.0000000E+00 -
2.8499984E+04 -5.6299971E+03
'D7510' -3.2499983E+03 -
2.8499984E+04 0.0000000E+00
'D7511' -6.4999966E+03 -
1.9899988E+04 5.6299971E+03
'D7512' 0.0000000E+00 -
1.9899988E+04 5.6299971E+03
'D7513' 6.4999966E+03 -
1.9899988E+04 5.6299971E+03
'D7514' 3.2499983E+03 -
1.9899988E+04 0.0000000E+00
'D7515' 0.0000000E+00 -
1.9899988E+04 -5.6299971E+03
'D7516' -3.2499983E+03 -
1.9899988E+04 0.0000000E+00
'D7517' -6.4999966E+03 -
1.1299994E+04 5.6299971E+03
'D7518' 0.0000000E+00 -
1.1299994E+04 5.6299971E+03
'D7519' 6.4999966E+03 -
1.1299994E+04 5.6299971E+03
'D7520' 3.2499983E+03 -
1.1299994E+04 0.0000000E+00
'D7521' 0.0000000E+00 -
1.1299994E+04 -5.6299971E+03
'D7522' -3.2499983E+03 -
1.1299994E+04 0.0000000E+00
'D7654' 4.2150277E+04
3.1901184E+04 0.0000000E+00
'D7655' 4.5400273E+04
3.1901184E+04 -5.6299971E+03
'D7656' 5.1900371E+04
3.1901184E+04 5.6299971E+03
'D7657' 4.8650371E+04
3.1901184E+04 0.0000000E+00
'D7658' 3.8900277E+04
3.8401180E+04 5.6299971E+03
'D7659' 4.5400273E+04
3.8401180E+04 5.6299971E+03
'D7660' 4.2150277E+04
3.8401180E+04 0.0000000E+00
'D7661' 4.5400273E+04
3.8401180E+04 -5.6299971E+03
'D7662' 5.1900371E+04
3.8401180E+04 5.6299971E+03
'D7663' 4.8650371E+04
3.8401180E+04 0.0000000E+00

'D7523' -6.4999966E+03 -
2.6999988E+03 5.6299971E+03
'D7524' 0.0000000E+00 -
2.6999988E+03 5.6299971E+03
'D7525' 6.4999966E+03 -
2.6999988E+03 5.6299971E+03
'D7526' 3.2499983E+03 -
2.6999988E+03 0.0000000E+00
'D7527' 0.0000000E+00 -
2.6999988E+03 -5.6299971E+03
'D7528' -3.2499983E+03 -
2.6999988E+03 0.0000000E+00
'D7529' -6.4999966E+03
5.8999966E+03 5.6299971E+03
'D7530' 0.0000000E+00
5.8999966E+03 5.6299971E+03
'D7531' 6.4999966E+03
5.8999966E+03 5.6299971E+03
'D7532' 3.2499983E+03
5.8999966E+03 0.0000000E+00
'D7533' 0.0000000E+00
5.8999966E+03 -5.6299971E+03
'D7534' -3.2499983E+03
8.0099953E+04 5.6299971E+03
'D7536' 0.0000000E+00 -
8.0099953E+04 -5.6299971E+03
'D7537' 6.4999966E+03 -
8.0099953E+04 5.6299971E+03
'D7538' -6.4999966E+03
1.2399992E+04 5.6299971E+03
'D7539' 0.0000000E+00
1.2399992E+04 5.6299971E+03
'D7540' -3.2499983E+03
1.2399992E+04 0.0000000E+00
'D7541' 0.0000000E+00
1.2399992E+04 -5.6299971E+03
'D7542' 6.4999966E+03
1.2399992E+04 5.6299971E+03
'D7543' 3.2499983E+03
1.2399992E+04 0.0000000E+00
'D7544' -6.4999966E+03
1.8899990E+04 5.6299971E+03
'D7545' 0.0000000E+00
1.8899990E+04 5.6299971E+03
'D7546' -3.2499983E+03
1.8899990E+04 0.0000000E+00
'D7547' 0.0000000E+00
1.8899990E+04 -5.6299971E+03
'D7548' 6.4999966E+03
1.8899990E+04 5.6299971E+03
'D7549' 3.2499983E+03
1.8899990E+04 0.0000000E+00
'D7550' -6.4999966E+03
2.5401186E+04 5.6299971E+03

'D7664' 3.8899977E+04
1.1649992E+04 7.1299971E+03
'D7665' 3.8899977E+04
1.8149990E+04 7.1299971E+03
'D7666' 5.1899973E+04
1.1650094E+04 7.1299971E+03
'D7667' 5.1899973E+04
1.8150092E+04 7.1299971E+03
'D7668' 0.0000000E+00
3.8401180E+04 -5.6299971E+03
'D7669' 5.1900371E+04 -
7.1499961E+04 4.6630273E+04
'D7670' 4.5400176E+04 -
7.1499961E+04 4.6630172E+04
'D7671' 3.8900180E+04 -
7.1499961E+04 4.6630172E+04
'D7672' 4.2150277E+04 -
7.1499961E+04 5.2260270E+04
'D7673' 4.5400074E+04 -
7.1499961E+04 5.7890066E+04

'D7794' 3.2499983E+03 -
 3.7099879E+04 5.2260070E+04
 'D7795' 6.4999966E+03 -
 2.8499584E+04 4.6630379E+04
 'D7796' 0.0000000E+00 -
 2.8499686E+04 4.6630379E+04
 'D7797' -6.4999966E+03 -
 2.8499686E+04 4.6630379E+04
 'D7798' -3.2499983E+03 -
 2.8499686E+04 5.2260367E+04
 'D7799' 0.0000000E+00 -
 2.8499686E+04 5.7890371E+04
 'D7800' 3.2499983E+03 -
 2.8499686E+04 5.2260367E+04
 'D7801' 6.4999966E+03 -
 1.9899988E+04 4.6629977E+04
 'D7802' 0.0000000E+00 -
 1.9899588E+04 4.6630379E+04
 'D7803' -6.5000967E+03 -
 1.9899588E+04 4.6630379E+04
 'D7804' -3.2499983E+03 -
 1.9899988E+04 5.2259965E+04
 'D7805' 0.0000000E+00 -
 1.9899889E+04 5.7890066E+04
 'D7806' 3.2499983E+03 -
 1.9899889E+04 5.2260070E+04
 'D7807' 6.4999966E+03 -
 1.1299944E+04 4.6629977E+04
 'D7808' 0.0000000E+00 -
 1.1299944E+04 4.6630074E+04
 'D7809' -6.4999966E+03 -
 1.1299944E+04 4.6630074E+04
 'D7810' -3.2499983E+03 -
 1.1299944E+04 5.2259965E+04
 'D7811' 0.0000000E+00 -
 1.1299895E+04 5.7890066E+04
 'D7812' 3.2499983E+03 -
 1.1299944E+04 5.2260070E+04
 'D7813' 6.4999966E+03 -
 2.6999988E+03 4.6629977E+04
 'D7814' 0.0000000E+00 -
 2.6999988E+03 4.6630074E+04
 'D7815' -6.4999966E+03 -
 2.6999988E+03 4.6630074E+04
 'D7816' -3.2499983E+03 -
 2.6999988E+03 5.2259965E+04
 'D7817' 0.0000000E+00 -
 2.6999894E+03 5.7890066E+04
 'D7818' 3.2499983E+03 -
 2.6999988E+03 5.2260070E+04
 'D7819' 6.4999966E+03
 5.8999966E+03 4.6629977E+04
 'D7820' 0.0000000E+00
 5.9001968E+03 4.6630172E+04
 'D7821' -6.4999966E+03
 5.9001968E+03 4.6630172E+04
 'D7822' -3.2499983E+03
 5.8999966E+03 5.2259965E+04
 'D7823' 0.0000000E+00
 5.9000972E+03 5.7890066E+04
 UNITS INCH TONS DEG FAH
 \$\$
 TYPE SPACE FRAME
 MEMBER INCIDENCES AND
 PROPERTIES PIPE OD 12.752 THI
 1.125 \$ -
 \$ WATER MASS FLOODED
 BUOYANT STRUCTURAL -
 \$ DIVISION 5 THICK 1.125 -
 \$ DIAOUT 12.752 CDWATER 1.05
 CMWATER 1.2 WT/V 8.644
 'TD6983' 'D7481' 'D7488'
 'TD6984' 'D7488' 'D7483'
 'TD6989' 'D7487' 'D7494'
 'TD6990' 'D7494' 'D7489'
 'TD6995' 'D7493' 'D7500'
 'TD6996' 'D7500' 'D7495'
 'TD7001' 'D7499' 'D7506'
 'TD7002' 'D7506' 'D7501'
 'TD7205' 'D7577' 'D7584'

'D7824' 3.2499983E+03
 5.9000972E+03 5.2260070E+04
 'D7825' 6.4999966E+03 -
 8.0099953E+04 4.6630074E+04
 'D7826' 0.0000000E+00 -
 8.0099953E+04 5.7890066E+04
 'D7827' -6.4999966E+03 -
 8.0099953E+04 4.6630172E+04
 'D7828' 6.4999966E+03
 1.2400294E+04 4.6630172E+04
 'D7829' 0.0000000E+00
 1.2400294E+04 4.6630172E+04
 'D7830' 3.2499983E+03
 1.2399992E+04 5.2259965E+04
 'D7831' 0.0000000E+00
 1.2400093E+04 5.7890066E+04
 'D7832' -6.4999966E+03
 1.2399992E+04 4.6629977E+04
 'D7833' -3.2499983E+03
 1.2399992E+04 5.2259965E+04
 'D7834' 6.4999966E+03
 1.8900289E+04 4.6630172E+04
 'D7835' 0.0000000E+00
 1.8900289E+04 4.6630172E+04
 'D7836' 3.2499983E+03
 1.8900289E+04 5.2260176E+04
 'D7837' 0.0000000E+00
 1.3900090E+04 5.7890066E+04
 'D7838' -6.4999966E+03
 1.8899990E+04 4.6630074E+04
 'D7839' -3.2499983E+03
 1.8899990E+04 5.2260070E+04
 'D7840' 6.4999966E+03
 2.5401186E+04 4.6630379E+04
 'D7841' 0.0000000E+00
 2.5401186E+04 4.6630379E+04
 'D7842' 3.2499983E+03
 2.5401186E+04 5.2260367E+04
 'D7843' 0.0000000E+00
 2.5401186E+04 5.7890371E+04
 'D7844' -6.5000967E+03
 2.5401186E+04 4.6630379E+04
 'D7845' -3.2499983E+03
 2.5401186E+04 5.2260367E+04
 'D7846' 6.4999966E+03
 3.1901184E+04 4.6630379E+04
 'D7847' 0.0000000E+00
 3.1901184E+04 4.6630379E+04
 'D7848' 3.2499983E+03
 3.1901184E+04 5.2260367E+04
 'D7849' 0.0000000E+00
 3.1901184E+04 5.7890371E+04
 'D7850' -6.5000967E+03
 3.1901184E+04 4.6630379E+04
 'D7851' -3.2499983E+03
 3.1901184E+04 5.2260367E+04
 'D7852' 6.4999966E+03
 3.8401180E+04 4.6630379E+04
 'D7853' 0.0000000E+00
 3.8401180E+04 4.6630379E+04
 'TD7206' 'D7584' 'D7579'
 'TD7211' 'D7583' 'D7590'
 'TD7212' 'D7590' 'D7585'
 'TD7217' 'D7589' 'D7596'
 'TD7218' 'D7596' 'D7591'
 'TD7223' 'D7595' 'D7602'
 'TD7224' 'D7602' 'D7597'
 'TD7433' 'D7675' 'D7682'
 'TD7434' 'D7682' 'D7677'
 'TD7439' 'D7681' 'D7688'
 'TD7440' 'D7688' 'D7683'
 'TD7445' 'D7687' 'D7694'
 'TD7446' 'D7694' 'D7689'
 'TD7451' 'D7693' 'D7700'
 'TD7452' 'D7700' 'D7695'
 'TD7655' 'D7771' 'D7778'
 'TD7656' 'D7778' 'D7773'
 'TD7661' 'D7777' 'D7784'
 'TD7662' 'D7784' 'D7779'
 'TD7667' 'D7783' 'D7790'

'D7854' 3.2499983E+03
 3.8401180E+04 5.2260367E+04
 'D7855' 0.0000000E+00
 3.8401180E+04 5.7890371E+04
 'D7856' -6.5000967E+03
 3.8401180E+04 4.6630379E+04
 'D7857' -3.2499983E+03
 3.8401180E+04 5.2260367E+04
 'D7858' 6.4999966E+03
 1.1650293E+04 4.5130172E+04
 'D7859' 6.4999966E+03
 1.8150291E+04 4.5130172E+04
 'D7860' -6.4999966E+03
 1.1649992E+04 4.5129973E+04
 'D7861' -6.4999966E+03
 1.8149990E+04 4.5130074E+04
 'D7862' 4.5400273E+04
 3.8401180E+04 5.7890270E+04
 'MD' 2.2700188E+04
 1.4900292E+04 2.6130088E+04
 7863 3.8899984E+04
 1.8149990E+04 5.6300000E+03
 7864 3.8899984E+04
 1.1649990E+04 5.6300000E+03
 7865 5.1899969E+04
 1.1650090E+04 5.6300000E+03
 7866 5.1899969E+04
 1.8150088E+04 5.6300000E+03
 7867 -6.5000000E+03
 1.8149990E+04 5.6300000E+03
 7868 -6.5000000E+03
 1.1649990E+04 5.6300000E+03
 7869 6.5000000E+03
 1.8149990E+04 5.6300000E+03
 7870 6.5000000E+03
 1.1649990E+04 5.6300000E+03
 7871 -6.5000000E+03
 1.8149990E+04 4.6630070E+04
 7872 -6.5000000E+03
 1.1649990E+04 4.6629969E+04
 7873 6.5000000E+03
 1.8150291E+04 4.6630172E+04
 7874 6.5000000E+03
 1.1650289E+04 4.6630172E+04
 7875 3.8900180E+04
 1.8150389E+04 4.6630172E+04
 7876 5.1900371E+04
 1.8150689E+04 4.6630270E+04
 7877 3.8900180E+04
 1.1650390E+04 4.6630172E+04
 7878 5.1900371E+04
 1.1650590E+04 4.6630270E+04
 \$ 'MUD' -0.0000000E+00 -
 8.0099000E+04 -0.0000000E+00
 \$ 'WIND' -0.0000000E+00
 3.8401180E+04 -0.0000000E+00
 \$ END JOINT COORDINATES
 \$\$
 \$ \$
 'TD7668' 'D7790' 'D7785'
 'TD7673' 'D7789' 'D7796'
 'TD7674' 'D7796' 'D7791'
 \$ END MEMBER INCIDENCES
 MEMBER INCIDENCES AND
 PROPERTIES PIPE OD 12.752 THI
 0.999 \$ -
 \$ WATER MASS FLOODED
 BUOYANT STRUCTURAL -
 \$ DIVISION 5 THICK 0.999 -
 \$ DIAOUT 12.752 CDWATER 1.05
 CMWATER 1.2 WT/V 8.644
 'TD6985' 'D7483' 'D7490'
 'TD6986' 'D7490' 'D7485'
 'TD6987' 'D7485' 'D7492'
 'TD6988' 'D7492' 'D7481'
 'TD6991' 'D7489' 'D7496'
 'TD6992' 'D7496' 'D7491'
 'TD6993' 'D7491' 'D7498'

'D7794' 3.2499983E+03 -
 3.7099879E+04 5.2260070E+04
 'D7795' 6.4999966E+03 -
 2.8499584E+04 4.6630379E+04
 'D7796' 0.0000000E+00 -
 2.8499686E+04 4.6630379E+04
 'D7797' -6.4999966E+03 -
 2.8499686E+04 4.6630379E+04
 'D7798' -3.2499983E+03 -
 2.8499686E+04 5.2260367E+04
 'D7799' 0.0000000E+00 -
 2.8499686E+04 5.7890371E+04
 'D7800' 3.2499983E+03 -
 2.8499686E+04 5.2260367E+04
 'D7801' 6.4999966E+03 -
 1.9899988E+04 4.6629977E+04
 'D7802' 0.0000000E+00 -
 1.9899588E+04 4.6630379E+04
 'D7803' -6.5000967E+03 -
 1.9899588E+04 4.6630379E+04
 'D7804' -3.2499983E+03 -
 1.9899988E+04 5.2259965E+04
 'D7805' 0.0000000E+00 -
 1.9899889E+04 5.7890066E+04
 'D7806' 3.2499983E+03 -
 1.9899889E+04 5.2260070E+04
 'D7807' 6.4999966E+03 -
 1.1299994E+04 4.6629977E+04
 'D7808' 0.0000000E+00 -
 1.1299994E+04 4.6630074E+04
 'D7809' -6.4999966E+03 -
 1.1299994E+04 4.6630074E+04
 'D7810' -3.2499983E+03 -
 1.1299994E+04 5.2259965E+04
 'D7811' 0.0000000E+00 -
 1.1299895E+04 5.7890066E+04
 'D7812' 3.2499983E+03 -
 1.1299994E+04 5.2260070E+04
 'D7813' 6.4999966E+03 -
 2.6999988E+03 4.6629977E+04
 'D7814' 0.0000000E+00 -
 2.6999988E+03 4.6630074E+04
 'D7815' -6.4999966E+03 -
 2.6999988E+03 4.6630074E+04
 'D7816' -3.2499983E+03 -
 2.6999988E+03 5.2259965E+04
 'D7817' 0.0000000E+00 -
 2.6999884E+03 5.7890066E+04
 'D7818' 3.2499983E+03 -
 2.6999988E+03 5.2260070E+04
 'D7819' 6.4999966E+03
 5.8999966E+03 4.6629977E+04
 'D7820' 0.0000000E+00
 5.9001968E+03 4.6630172E+04
 'D7821' -6.4999966E+03
 5.9001968E+03 4.6630172E+04
 'D7822' -3.2499983E+03
 5.8999966E+03 5.2259965E+04
 'D7823' 0.0000000E+00
 5.9000972E+03 5.7890066E+04
 UNITS INCH TONS DEG FAH
 \$\$
 TYPE SPACE FRAME
 MEMBER INCIDENCES AND
 PROPERTIES PIPE OD 12.752 THI
 1.125 \$ -
 \$ WATER MASS FLOODED
 BUOYANT STRUCTURAL -
 \$ DIVISION 5 THICK 1.125 -
 \$ DIAOUT 12.752 CDWATER 1.05
 CMWATER 1.2 WT/V 8.644
 'TD6983' 'D7481' 'D7488'
 'TD6984' 'D7488' 'D7483'
 'TD6989' 'D7487' 'D7494'
 'TD6990' 'D7494' 'D7489'
 'TD6995' 'D7493' 'D7500'
 'TD6996' 'D7500' 'D7495'
 'TD7001' 'D7499' 'D7506'
 'TD7002' 'D7506' 'D7501'
 'TD7205' 'D7577' 'D7584'

'D7824' 3.2499983E+03
 5.9000972E+03 5.2260070E+04
 'D7825' 6.4999966E+03 -
 8.0099953E+04 4.6630074E+04
 'D7826' 0.0000000E+00 -
 8.0099953E+04 5.7890066E+04
 'D7827' -6.4999966E+03 -
 8.0099953E+04 4.6630172E+04
 'D7828' 6.4999966E+03
 1.2400294E+04 4.6630172E+04
 'D7829' 0.0000000E+00
 1.2400294E+04 4.6630172E+04
 'D7830' 3.2499983E+03
 1.2399992E+04 5.2259965E+04
 'D7831' 0.0000000E+00
 1.2400093E+04 5.7890066E+04
 'D7832' -6.4999966E+03
 1.2399992E+04 4.6629977E+04
 'D7833' -3.2499983E+03
 1.2399992E+04 5.2259965E+04
 'D7834' 6.4999966E+03
 1.8900289E+04 4.6630172E+04
 'D7835' 0.0000000E+00
 1.8900289E+04 4.6630172E+04
 'D7836' 3.2499983E+03
 1.8900289E+04 5.2260176E+04
 'D7837' 0.0000000E+00
 1.8900090E+04 5.7890066E+04
 'D7838' -6.4999966E+03
 1.8899990E+04 4.6630074E+04
 'D7839' -3.2499983E+03
 1.8899990E+04 5.2260070E+04
 'D7840' 6.4999966E+03
 2.5401186E+04 4.6630379E+04
 'D7841' 0.0000000E+00
 2.5401186E+04 4.6630379E+04
 'D7842' 3.2499983E+03
 2.5401186E+04 5.2260367E+04
 'D7843' 0.0000000E+00
 2.5401186E+04 5.7890371E+04
 'D7844' -6.5000967E+03
 2.5401186E+04 4.6630379E+04
 'D7845' -3.2499983E+03
 2.5401186E+04 5.2260367E+04
 'D7846' 6.4999966E+03
 3.1901184E+04 4.6630379E+04
 'D7847' 0.0000000E+00
 3.1901184E+04 4.6630379E+04
 'D7848' 3.2499983E+03
 3.1901184E+04 5.2260367E+04
 'D7849' 0.0000000E+00
 3.1901184E+04 5.7890371E+04
 'D7850' -6.5000957E+03
 3.1901184E+04 4.6630379E+04
 'D7851' -3.2499983E+03
 3.1901184E+04 5.2260367E+04
 'D7852' 6.4999966E+03
 3.8401180E+04 4.6630379E+04
 'D7853' 0.0000000E+00
 3.8401180E+04 4.6630379E+04
 'TD7206' 'D7584' 'D7579'
 'TD7211' 'D7583' 'D7590'
 'TD7212' 'D7590' 'D7585'
 'TD7217' 'D7589' 'D7596'
 'TD7218' 'D7596' 'D7591'
 'TD7223' 'D7595' 'D7602'
 'TD7224' 'D7602' 'D7597'
 'TD7433' 'D7675' 'D7682'
 'TD7434' 'D7682' 'D7677'
 'TD7439' 'D7681' 'D7688'
 'TD7440' 'D7688' 'D7683'
 'TD7445' 'D7687' 'D7694'
 'TD7446' 'D7694' 'D7689'
 'TD7451' 'D7693' 'D7700'
 'TD7452' 'D7700' 'D7695'
 'TD7655' 'D7771' 'D7778'
 'TD7656' 'D7778' 'D7773'
 'TD7661' 'D7777' 'D7784'
 'TD7662' 'D7784' 'D7779'
 'TD7667' 'D7783' 'D7790'

'D7854' 3.2499983E+03
 3.8401180E+04 5.2260367E+04
 'D7855' 0.0000000E+00
 3.8401180E+04 5.7890371E+04
 'D7856' -6.5000967E+03
 3.8401180E+04 4.6630379E+04
 'D7857' -3.2499983E+03
 3.8401180E+04 5.2260367E+04
 'D7858' 6.4999966E+03
 1.1650293E+04 4.5130172E+04
 'D7859' 6.4999966E+03
 1.8150291E+04 4.5130172E+04
 'D7860' -6.4999966E+03
 1.1649992E+04 4.5129973E+04
 'D7861' -6.4999966E+03
 1.8149990E+04 4.5130074E+04
 'D7862' 4.5400273E+04
 3.8401180E+04 5.7890270E+04
 'MD' 2.2700188E+04
 1.4900292E+04 2.6130088E+04
 7863 3.8899984E+04
 1.8149990E+04 5.6300000E+03
 7864 3.8899984E+04
 1.1649990E+04 5.6300000E+03
 7865 5.1899969E+04
 1.1650090E+04 5.6300000E+03
 7866 5.1899969E+04
 1.8150088E+04 5.6300000E+03
 7867 -6.5000000E+03
 1.8149990E+04 5.6300000E+03
 7868 -6.5000000E+03
 1.1649990E+04 5.6300000E+03
 7869 6.5000000E+03
 1.8149990E+04 5.6300000E+03
 7870 6.5000000E+03
 1.1649990E+04 5.6300000E+03
 7871 -6.5000000E+03
 1.8149990E+04 4.6630070E+04
 7872 -6.5000000E+03
 1.1649990E+04 4.6629969E+04
 7873 6.5000000E+03
 1.8150291E+04 4.6630172E+04
 7874 6.5000000E+03
 1.1650289E+04 4.6630172E+04
 7875 3.8900180E+04
 1.8150389E+04 4.6630172E+04
 7876 5.1900371E+04
 1.8150689E+04 4.6630270E+04
 7877 3.8900180E+04
 1.1650390E+04 4.6630172E+04
 7878 5.1900371E+04
 1.1650590E+04 4.6630270E+04
 \$ 'MUD' -0.0000000E+00 -
 8.0099000E+04 -0.0000000E+00
 \$ 'WIND' -0.0000000E+00
 3.8401180E+04 -0.0000000E+00
 \$ END JOINT COORDINATES
 \$\$
 \$ \$
 'TD7668' 'D7790' 'D7785'
 'TD7673' 'D7789' 'D7796'
 'TD7674' 'D7796' 'D7791'
 \$ END MEMBER INCIDENCES
 MEMBER INCIDENCES AND
 PROPERTIES PIPE OD 12.752 THI
 0.999 \$ -
 \$ WATER MASS FLOODED
 BUOYANT STRUCTURAL -
 \$ DIVISION 5 THICK 0.999 -
 \$ DIAOUT 12.752 CDWATER 1.05
 CMWATER 1.2 WT/V 8.644
 'TD6985' 'D7483' 'D7490'
 'TD6986' 'D7490' 'D7485'
 'TD6987' 'D7485' 'D7492'
 'TD6988' 'D7492' 'D7481'
 'TD6991' 'D7489' 'D7496'
 'TD6992' 'D7496' 'D7491'
 'TD6993' 'D7491' 'D7498'

'TD7574' 'D7786' 'D7787'
'TD7575' 'D7787' 'D7788'
'TD7576' 'D7788' 'D7783'
'TD7579' 'D7791' 'D7792'
'TD7580' 'D7792' 'D7793'
'TD7581' 'D7793' 'D7794'
'TD7582' 'D7794' 'D7789'
'TD7583' 'D7795' 'D7796'
'TD7584' 'D7796' 'D7797'
'TD7587' 'D7799' 'D7800'
'TD7588' 'D7800' 'D7795'
'TD7589' 'D7801' 'D7802'
'TD7590' 'D7802' 'D7803'
'TD7591' 'D7803' 'D7804'
'TD7592' 'D7804' 'D7805'
'TD7593' 'D7805' 'D7806'
'TD7594' 'D7806' 'D7801'

\$ END MEMBER INCIDENCES

MEMBER INCIDENCES AND
PROPERTIES PIPE OD 12.756 THI
1.004 \$ -

\$ WATER MASS FLOODED
BUOYANT STRUCTURAL -
\$ DIVISION 5 THICK 1.004 -
\$ DIAOUT 12.756 CDWATER 1.05
CMWATER 1.2 WT/V 8.644
'TD7685' 'D7801' 'D7808'
'TD7686' 'D7808' 'D7803'
\$ END MEMBER INCIDENCES

MEMBER INCIDENCES AND
PROPERTIES PIPE OD 12.756 THI
0.512 \$ -

\$ WATER MASS FLOODED
BUOYANT STRUCTURAL -
\$ DIVISION 5 THICK 0.512 -
\$ DIAOUT 12.756 CDWATER 1.05
CMWATER 1.2 WT/V 8.644
'TD6897' 'D7491' 'D7492'
'TD6898' 'D7492' 'D7487'
'TD7347' 'D7685' 'D7686'
'TD7348' 'D7686' 'D7681'
\$ END MEMBER INCIDENCES

MEMBER INCIDENCES AND
PROPERTIES PIPE OD 14.016 THI
1.004 \$ -

\$ WATER MASS FLOODED
BUOYANT STRUCTURAL -
\$ DIVISION 5 THICK 1.004 -
\$ DIAOUT 14.016 CDWATER 1.05
CMWATER 1.2 WT/V 8.644
'TD7643' 'D7825' 'D7766'
'TD7644' 'D7766' 'D7827'
\$ END MEMBER INCIDENCES

MEMBER INCIDENCES AND
PROPERTIES PIPE OD 12.752 THI
0.768 \$ -

\$ WATER MASS FLOODED
BUOYANT STRUCTURAL -
\$ DIVISION 5 THICK 0.768 -
\$ DIAOUT 12.752 CDWATER 1.05
CMWATER 1.2 WT/V 8.644
'TD6828' 'D7482' 'D7483'
'TD7252' 'D7630' 'D7619'
\$ END MEMBER INCIDENCES

MEMBER INCIDENCES AND
PROPERTIES PIPE OD 14.0 THI 0.752 \$ -

\$ WATER MASS FLOODED
BUOYANT STRUCTURAL -
\$ DIVISION 5 THICK 0.752 -
\$ DIAOUT 14.0 CDWATER 1.05
CMWATER 1.2 WT/V 8.644
'TD7015' 'D7513' 'D7520'
'TD7016' 'D7520' 'D7515'

'TD7017' 'D7515' 'D7522'
'TD7018' 'D7522' 'D7511'
'TD7021' 'D7519' 'D7526'
'TD7022' 'D7526' 'D7521'
'TD7023' 'D7521' 'D7528'
'TD7024' 'D7528' 'D7517'
'TD7027' 'D7525' 'D7532'
'TD7028' 'D7532' 'D7527'
'TD7029' 'D7527' 'D7534'
'TD7030' 'D7534' 'D7523'
'TD7103' 'D7571' 'D7572'
'TD7104' 'D7572' 'D7573'
'TD7109' 'D7577' 'D7578'
'TD7110' 'D7578' 'D7579'
'TD7237' 'D7609' 'D7616'
'TD7238' 'D7616' 'D7611'
'TD7239' 'D7611' 'D7618'
'TD7240' 'D7618' 'D7607'
'TD7243' 'D7615' 'D7622'
'TD7244' 'D7622' 'D7617'
'TD7245' 'D7617' 'D7624'
'TD7246' 'D7624' 'D7613'

'TD7249' 'D7621' 'D7628'
'TD7250' 'D7628' 'D7623'
'TD7251' 'D7623' 'D7630'
'TD7331' 'D7669' 'D7670'
'TD7332' 'D7670' 'D7671'
'TD7337' 'D7675' 'D7676'
'TD7338' 'D7676' 'D7677'
'TD7421' 'D7729' 'D7670'
'TD7422' 'D7670' 'D7731'
'TD7465' 'D7707' 'D7714'
'TD7466' 'D7714' 'D7709'
'TD7467' 'D7709' 'D7716'
'TD7468' 'D7716' 'D7705'
'TD7471' 'D7713' 'D7720'
'TD7472' 'D7720' 'D7715'
'TD7473' 'D7715' 'D7722'
'TD7474' 'D7722' 'D7711'
'TD7477' 'D7719' 'D7726'
'TD7478' 'D7726' 'D7721'
'TD7479' 'D7721' 'D7728'
'TD7480' 'D7728' 'D7717'
'TD7553' 'D7765' 'D7766'
'TD7554' 'D7766' 'D7767'
'TD7559' 'D7771' 'D7772'
'TD7560' 'D7772' 'D7773'
'TD7687' 'D7803' 'D7810'
'TD7688' 'D7810' 'D7805'
'TD7689' 'D7805' 'D7812'
'TD7690' 'D7812' 'D7801'
'TD7693' 'D7809' 'D7816'
'TD7694' 'D7816' 'D7811'
'TD7695' 'D7811' 'D7818'
'TD7696' 'D7818' 'D7807'
'TD7699' 'D7815' 'D7822'
'TD7700' 'D7822' 'D7817'
'TD7701' 'D7817' 'D7824'
'TD7702' 'D7824' 'D7813'

\$ END MEMBER INCIDENCES

MEMBER INCIDENCES AND
PROPERTIES PIPE OD 14.0 THI 0.626 \$ -

\$ WATER MASS FLOODED
BUOYANT STRUCTURAL -
\$ DIVISION 5 THICK 0.626 -
\$ DIAOUT 14.0 CDWATER 1.05
CMWATER 1.2 WT/V 8.644
'TD6925' 'D7519' 'D7520'
'TD6926' 'D7520' 'D7521'
'TD6927' 'D7521' 'D7522'
'TD6928' 'D7522' 'D7517'
'TD6931' 'D7525' 'D7526'
'TD6932' 'D7526' 'D7527'
'TD6933' 'D7527' 'D7528'
'TD6934' 'D7528' 'D7523'
'TD7147' 'D7615' 'D7616'
'TD7148' 'D7616' 'D7617'
'TD7149' 'D7617' 'D7618'

'TD7150' 'D7618' 'D7613'
'TD7153' 'D7621' 'D7622'
'TD7154' 'D7622' 'D7623'
'TD7155' 'D7623' 'D7624'
'TD7156' 'D7624' 'D7619'
'TD7375' 'D7713' 'D7714'
'TD7376' 'D7714' 'D7715'
'TD7377' 'D7715' 'D7716'
'TD7378' 'D7716' 'D7711'
'TD7381' 'D7719' 'D7720'
'TD7382' 'D7720' 'D7721'
'TD7383' 'D7721' 'D7722'
'TD7384' 'D7722' 'D7717'
'TD7597' 'D7809' 'D7810'
'TD7598' 'D7810' 'D7811'
'TD7599' 'D7811' 'D7812'
'TD7600' 'D7812' 'D7807'
'TD7603' 'D7815' 'D7816'
'TD7604' 'D7816' 'D7817'
'TD7605' 'D7817' 'D7818'
'TD7606' 'D7818' 'D7813'

\$ END MEMBER INCIDENCES

MEMBER INCIDENCES AND
PROPERTIES PIPE OD 14.0 THI 0.999 \$ -

\$ WATER MASS FLOODED
BUOYANT STRUCTURAL -
\$ DIVISION 5 THICK 0.999 -
\$ DIAOUT 14.0 CDWATER 1.05
CMWATER 1.2 WT/V 8.644
'TD6971' 'D7535' 'D7476'
'TD6972' 'D7476' 'D7537'
'TD6973' 'D7537' 'D7478'
'TD6974' 'D7478' 'D7536'
'TD6975' 'D7536' 'D7480'
'TD6976' 'D7480' 'D7535'
'TD6977' 'D7475' 'D7482'
'TD6978' 'D7482' 'D7477'
'TD6979' 'D7477' 'D7484'
'TD6980' 'D7484' 'D7479'
'TD6981' 'D7479' 'D7486'
'TD6982' 'D7486' 'D7475'
'TD7193' 'D7631' 'D7572'
'TD7194' 'D7572' 'D7633'
'TD7195' 'D7633' 'D7574'
'TD7196' 'D7574' 'D7632'
'TD7197' 'D7632' 'D7576'
'TD7198' 'D7576' 'D7631'
'TD7199' 'D7571' 'D7578'
'TD7200' 'D7578' 'D7573'
'TD7201' 'D7573' 'D7580'
'TD7202' 'D7580' 'D7575'
'TD7203' 'D7575' 'D7582'
'TD7204' 'D7582' 'D7571'
'TD7423' 'D7731' 'D7672'
'TD7424' 'D7672' 'D7730'
'TD7425' 'D7730' 'D7674'
'TD7426' 'D7674' 'D7729'
'TD7427' 'D7669' 'D7676'
'TD7428' 'D7676' 'D7671'
'TD7429' 'D7671' 'D7678'
'TD7430' 'D7678' 'D7673'
'TD7431' 'D7673' 'D7680'
'TD7432' 'D7680' 'D7669'
'TD7645' 'D7827' 'D7768'
'TD7646' 'D7768' 'D7826'
'TD7647' 'D7826' 'D7770'
'TD7648' 'D7770' 'D7825'
'TD7649' 'D7765' 'D7772'
'TD7651' 'D7767' 'D7774'
'TD7652' 'D7774' 'D7769'
'TD7653' 'D7769' 'D7776'
'TD7654' 'D7776' 'D7765'

\$ END MEMBER INCIDENCES

MEMBER INCIDENCES AND
PROPERTIES PIPE OD 14.0 THI 0.5 \$ -

\$ WATER MASS FLOODED
 BUOYANT STRUCTURAL -
 \$ DIVISION 5 THICK 0.5 -
 \$ DIAOUT 14.0 CDWATER 1.05
 CMWATER 1.2 WT/V 8.644

'TD6883' 'D7477' 'D7478'
 'TD6884' 'D7478' 'D7479'
 'TD6885' 'D7479' 'D7480'
 'TD6886' 'D7480' 'D7475'
 'TD6889' 'D7483' 'D7484'
 'TD6890' 'D7484' 'D7485'
 'TD6891' 'D7485' 'D7486'
 'TD6892' 'D7486' 'D7481'
 'TD7105' 'D7573' 'D7574'
 'TD7106' 'D7574' 'D7575'
 'TD7107' 'D7575' 'D7576'
 'TD7108' 'D7576' 'D7571'
 'TD7111' 'D7579' 'D7580'
 'TD7112' 'D7580' 'D7581'
 'TD7113' 'D7581' 'D7582'
 'TD7114' 'D7582' 'D7577'
 'TD7333' 'D7671' 'D7672'
 'TD7334' 'D7672' 'D7673'
 'TD7335' 'D7673' 'D7674'
 'TD7336' 'D7674' 'D7669'
 'TD7339' 'D7677' 'D7678'
 'TD7340' 'D7678' 'D7679'
 'TD7341' 'D7679' 'D7680'
 'TD7342' 'D7680' 'D7675'
 'TD7555' 'D7767' 'D7768'
 'TD7556' 'D7768' 'D7769'
 'TD7557' 'D7769' 'D7770'
 'TD7558' 'D7770' 'D7765'
 'TD7561' 'D7773' 'D7774'
 'TD7562' 'D7774' 'D7775'
 'TD7563' 'D7775' 'D7776'
 'TD7564' 'D7776' 'D7771'

\$ END MEMBER INCIDENCES

MEMBER INCIDENCES AND
 PROPERTIES PIPE OD 39.37 THI 1.969

\$ -
 \$ WATER MASS FLOODED
 BUOYANT STRUCTURAL -
 \$ DIVISION 5 THICK 1.969 -
 \$ DIAOUT 39.37 CDWATER 1.05
 CMWATER 1.2 WT/V 8.644

'TD7163' 'D7631' 'D7571'
 'TD7183' 'D7633' 'D7573'
 'TD7391' 'D7729' 'D7669'
 'TD7411' 'D7731' 'D7671'
 'TD7613' 'D7825' 'D7765'
 'TD7633' 'D7827' 'D7767'
 'TD6941' 'D7535' 'D7475'
 'TD6961' 'D7537' 'D7477'

\$ END MEMBER INCIDENCES

MEMBER INCIDENCES AND
 PROPERTIES PIPE OD 39.37 THI 1.732

\$ -
 \$ WATER MASS FLOODED
 BUOYANT STRUCTURAL -
 \$ DIVISION 5 THICK 1.732 -

\$ \$
 \$ \$
 \$ \$
 UNITS MM TONS DEG FAH

\$ \$
 CONSTANTS
 BETA 0.0000000E+00 ALL

\$ \$
 UNITS MM TONS DEG FAH
 \$ \$

CONSTANTS
 E 7.7500164E-07 ALL
 G 3.1000067E-07 ALL
 POI 0.0000000E+00 ALL
 DEN 0.0000000E+00 ALL
 CTE 1.0000000E+00 ALL

\$ \$

\$ DIAOUT 39.37 CDWATER 1.05
 CMWATER 1.2 WT/V 8.644

'TD6951' 'D7536' 'D7479'
 'TD7172' 'D7619' 'D7625'
 'TD7173' 'D7632' 'D7575'
 'TD7192' 'D7621' 'D7627'
 'TD7400' 'D7717' 'D7723'
 'TD7401' 'D7730' 'D7673'
 'TD7420' 'D7719' 'D7725'
 'TD7622' 'D7813' 'D7819'
 'TD7623' 'D7826' 'D7769'
 'TD7642' 'D7815' 'D7821'
 'TD6950' 'D7523' 'D7529'
 'TD6970' 'D7525' 'D7531'
 'TD6942' 'D7475' 'D7481'
 'TD6949' 'D7517' 'D7523'
 'TD6962' 'D7477' 'D7483'
 'TD6969' 'D7519' 'D7525'
 'TD7164' 'D7571' 'D7577'
 'TD7171' 'D7613' 'D7619'
 'TD7184' 'D7573' 'D7579'
 'TD7191' 'D7615' 'D7621'
 'TD7392' 'D7669' 'D7675'
 'TD7399' 'D7711' 'D7717'
 'TD7412' 'D7671' 'D7677'
 'TD7419' 'D7713' 'D7719'
 'TD7614' 'D7765' 'D7771'
 'TD7621' 'D7807' 'D7813'
 'TD7634' 'D7767' 'D7773'
 'TD7641' 'D7809' 'D7815'

\$ END MEMBER INCIDENCES

MEMBER INCIDENCES AND
 PROPERTIES PIPE OD 39.37 THI 1.181

\$ -
 \$ WATER MASS FLOODED
 BUOYANT STRUCTURAL -
 \$ DIVISION 5 THICK 1.181 -
 \$ DIAOUT 39.37 CDWATER 1.05
 CMWATER 1.2 WT/V 8.644

'TD6943' 'D7481' 'D7487'
 'TD6944' 'D7487' 'D7493'
 'TD6945' 'D7493' 'D7499'
 'TD6946' 'D7499' 'D7505'
 'TD6947' 'D7505' 'D7511'
 'TD6948' 'D7511' 'D7517'
 'TD6952' 'D7479' 'D7485'
 'TD6953' 'D7485' 'D7491'
 'TD6954' 'D7491' 'D7497'
 'TD6955' 'D7497' 'D7503'
 'TD6956' 'D7503' 'D7509'
 'TD6957' 'D7509' 'D7515'
 'TD6958' 'D7515' 'D7521'
 'TD6959' 'D7521' 'D7527'
 'TD6960' 'D7527' 'D7533'
 'TD6963' 'D7483' 'D7489'
 'TD6964' 'D7489' 'D7495'
 'TD6965' 'D7495' 'D7501'
 'TD6966' 'D7501' 'D7507'
 'TD6967' 'D7507' 'D7513'
 'TD6968' 'D7513' 'D7519'
 'TD7165' 'D7577' 'D7583'
 'TD7166' 'D7583' 'D7589'

'TD7167' 'D7589' 'D7595'
 'TD7168' 'D7595' 'D7601'
 'TD7169' 'D7601' 'D7607'
 'TD7170' 'D7607' 'D7613'
 'TD7174' 'D7575' 'D7581'
 'TD7175' 'D7581' 'D7587'
 'TD7176' 'D7587' 'D7593'
 'TD7177' 'D7593' 'D7599'
 'TD7178' 'D7599' 'D7605'
 'TD7179' 'D7605' 'D7611'
 'TD7180' 'D7611' 'D7617'
 'TD7181' 'D7617' 'D7623'
 'TD7182' 'D7623' 'D7629'
 'TD7185' 'D7579' 'D7585'
 'TD7186' 'D7585' 'D7591'
 'TD7187' 'D7591' 'D7597'
 'TD7188' 'D7597' 'D7603'
 'TD7189' 'D7603' 'D7609'
 'TD7190' 'D7609' 'D7615'
 'TD7393' 'D7675' 'D7681'
 'TD7394' 'D7681' 'D7687'
 'TD7395' 'D7687' 'D7693'
 'TD7396' 'D7693' 'D7699'
 'TD7397' 'D7699' 'D7705'
 'TD7398' 'D7705' 'D7711'
 'TD7402' 'D7673' 'D7679'
 'TD7403' 'D7679' 'D7685'
 'TD7404' 'D7685' 'D7691'
 'TD7405' 'D7691' 'D7697'
 'TD7406' 'D7697' 'D7703'
 'TD7407' 'D7703' 'D7709'
 'TD7408' 'D7709' 'D7715'
 'TD7409' 'D7715' 'D7721'
 'TD7410' 'D7721' 'D7727'
 'TD7413' 'D7677' 'D7683'
 'TD7414' 'D7683' 'D7689'
 'TD7415' 'D7689' 'D7695'
 'TD7416' 'D7695' 'D7701'
 'TD7417' 'D7701' 'D7707'
 'TD7418' 'D7707' 'D7713'
 'TD7615' 'D7771' 'D7777'
 'TD7616' 'D7777' 'D7783'
 'TD7617' 'D7783' 'D7789'
 'TD7618' 'D7789' 'D7795'
 'TD7619' 'D7795' 'D7801'
 'TD7620' 'D7801' 'D7807'
 'TD7624' 'D7769' 'D7775'
 'TD7625' 'D7775' 'D7781'
 'TD7626' 'D7781' 'D7787'
 'TD7627' 'D7787' 'D7793'
 'TD7628' 'D7793' 'D7799'
 'TD7629' 'D7799' 'D7805'
 'TD7630' 'D7805' 'D7811'
 'TD7631' 'D7811' 'D7817'
 'TD7632' 'D7817' 'D7823'
 'TD7635' 'D7773' 'D7779'
 'TD7636' 'D7779' 'D7785'
 'TD7637' 'D7785' 'D7791'
 'TD7638' 'D7791' 'D7797'
 'TD7639' 'D7797' 'D7803'
 'TD7640' 'D7803' 'D7809'

\$ END MEMBER INCIDENCES



'TD7632'	'D7817'	'D7823'	'TD7637'	'D7785'	'D7791'	'TD7640'	'D7803'	'D7809'
'TD7635'	'D7773'	'D7779'	'TD7638'	'D7791'	'D7797'	\$ END MEMBER INCIDENCES		
'TD7636'	'D7779'	'D7785'	'TD7639'	'D7797'	'D7803'			

\$\$
\$\$
\$\$
\$\$
\$\$
\$\$
\$\$

UNITS MM TONS DEG FAH
UNITS MM TONS DEG FAH

E 7.7500164E-07 ALL
G 3.1000067E-07 ALL
POI 0.0000000E+00 ALL
DEN 0.0000000E+00 ALL
CTE 1.0000000E+00 ALL

\$\$
\$\$

\$ UNITS M
\$ INITIAL CONDITIONS
\$ JNT2 1.0 0.0 0.0 JNT3 0.0 0.0 -1.0 -
\$ LINEAR DISPLACEMENT ORIGIN X 0, Y 0, Z 0.

\$ UNITS M SECONDS DEGREES
\$ WAVE LINEAR
\$ EXECUTE STEP WAVE LOADINGS TYPE STRUCTURE FIXED -
\$ DEAD LOADS COMPUTE CONSISTENT WITH ORIENTATION
\$ WAVE WIND LIST
\$ 'S1.0' HEIGHT 1, PERIOD 4.1 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -2.05 TO 2.05 INCR 0.5
\$ 'S2.0' HEIGHT 1, PERIOD 4.4 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -2.2 TO 2.2 INCR 0.5
\$ 'S3.0' HEIGHT 1, PERIOD 4.6 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -2.3 TO 2.3 INCR 0.5
\$ 'S4.0' HEIGHT 1.75 PERIOD 4.9 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -2.45 TO 2.45 INCR 0.5
\$ 'S5.0' HEIGHT 1, PERIOD 5.3 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -2.65 TO 2.65 INCR 0.5
\$ 'S6.0' HEIGHT 1, PERIOD 5.6 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -2.8 TO 2.8 INCR 0.5
\$ 'S7.0' HEIGHT 1, PERIOD 5.9 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -2.98 TO 2.98 INCR 0.5
\$ 'S8.0' HEIGHT 1, PERIOD 6.2 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -3.1 TO 3.1 INCR 0.5
\$ 'S9.0' HEIGHT 1, PERIOD 6.5 DEPTH 87.2 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -3.25 TO 3.25 INCR 0.5
\$ 'S10.0' HEIGHT 1, PERIOD 6.8 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -3.4 TO 3.4 INCR 0.5
\$ 'S11.0' HEIGHT 1, PERIOD 7.1 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -3.55 TO 3.55 INCR 0.5
\$ 'S12.0' HEIGHT 1, PERIOD 7.5 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -3.75 TO 3.75 INCR 0.5
\$ 'S13.0' HEIGHT 1, PERIOD 7.8 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -3.9 TO 3.9 INCR 0.5
\$ 'S14.0' HEIGHT 1, PERIOD 8.2 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -4.1 TO 4.1 INCR 0.5
\$ 'S15.0' HEIGHT 1, PERIOD 8.6 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -4.3 TO 4.3 INCR 0.5
\$ 'S16.0' HEIGHT 1, PERIOD 8.9 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -4.45 TO 4.45 INCR 0.5
\$ 'S17.0' HEIGHT 1, PERIOD 9.2 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -4.6 TO 4.6 INCR 0.5
\$ 'S18.0' HEIGHT 1, PERIOD 9.5 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -4.75 TO 4.75 INCR 0.5
\$ 'S19.0' HEIGHT 1, PERIOD 9.8 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -4.9 TO 4.9 INCR 0.5
\$ 'S20.0' HEIGHT 1, PERIOD 10.2 DEPTH 81.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -5.1 TO 5.1 INCR 0.5
\$ 'S21.0' HEIGHT 1, PERIOD 10.6 DEPTH 83.1 -
\$ DIRECTION 337.5 OCCURRENCES 1000, FROM -5.3 TO 5.3 INCR 0.5
\$ END WAVE WIND LIST

\$ FINISH



LAMPIRAN B

**↓ OUTPUT ERIODE NATURAL DENGAN SOFTWARE
GT SELOS**

↓ OUTPUT RUNNING BEBAN STATIS

**↓ OUTPUT RESPON TEGANGAN STRUKTUR DARI
SOFTWARE GT STRUDL**

OUTPUT PERIODE NATURAL DENGAN SOFTWARE GT SELOS

```
{ 1 } > $ -----
{ 2 } > $ This is the Common Startup Macro; put your company-wide
      startup commands here.
{ 3 } > $ You can edit this file from Tools -- Macros. Click "Startup" and
      then "Edit".
{ 4 } > $ -----
      { 5 } > RESTORE 'E:\Lenny TA\model\l.gts'
DAM-i-filrest, Sub-system 28.0   restored from file E:\Lenny
      TA\model\l.gis.
```

```
*** GTSTRUDL ***
RELEASE DATE   VERSION   COMPLETION NO.
January 2005   28.0      4643
```

```
**** INFORMATION -- Saved GTSTRUDL version: 28.0
Restored under GTSTRUDL version: 28.0
```

```
**** CURRENT GTSTRUDL PROBLEM STATISTICS ****
```

```
ACTIVE UNITS: MM TON DEG DEGF SEC
```

```
INPUT MODE: ADDITIONS          SCAN MODE INITIATED: NO
```

```
CURRENT STRUCTURAL TYPE: RIGID SOLID
```

```
JOINTS  MEMBERS  ELEMENTS  SUPERELEMENTS
ACTIVE  405      933      0      0
INACTIVE 0      0      0      0
```

```
RIGID BODIES  1
JOINT TIES    0
```

```
LOADS: INDEPENDENT  DEPENDENT
ACTIVE      3      0
INACTIVE    0      0
```

```
{ 6 } > FORM LOAD '1000' 'PAYLOAD' FROM 'Anode-I' 1.000000
      'DL' 1.000000 'SW' -
      { 7 } > 1.000000
{ 8 } > INERTIA OF JOINTS LUMPED WITH EFFECTIVE
      MEMBER LENGTH 0.010000 TORSIONAL -
      { 9 } > INERTIA FACTOR 0.333300
{ 10 } > INERTIA OF JOINTS WEIGHT EXISTING TRANSLATION
      ALL 1
{ 11 } > INERTIA OF JOINTS WEIGHT EXISTING ROTATION ALL
      1
```

```
{ 12 } > UNITS FEET LBS SECONDS
{ 13 } > MEMBER ADDED INERTIA WEIGHT
{ 14 } > 'TD6983' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 15 } > 'TD6984' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 16 } > 'TD6989' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 17 } > 'TD6990' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 18 } > 'TD6995' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 19 } > 'TD6996' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 20 } > 'TD7001' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 21 } > 'TD7002' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 22 } > 'TD7205' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 23 } > 'TD7206' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 24 } > 'TD7211' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 25 } > 'TD7212' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 26 } > 'TD7217' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 27 } > 'TD7218' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 28 } > 'TD7223' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 29 } > 'TD7224' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 30 } > 'TD7433' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 31 } > 'TD7434' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 32 } > 'TD7439' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 33 } > 'TD7440' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 34 } > 'TD7445' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
```

```
{ 35 } > 'TD7446' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 36 } > 'TD7451' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 37 } > 'TD7452' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 38 } > 'TD7655' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 39 } > 'TD7656' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 40 } > 'TD7661' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 41 } > 'TD7662' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 42 } > 'TD7667' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 43 } > 'TD7668' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 44 } > 'TD7673' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 45 } > 'TD7674' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 46 } > 'TD6985' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 47 } > 'TD6986' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 48 } > 'TD6987' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 49 } > 'TD6988' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 50 } > 'TD6991' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 51 } > 'TD6992' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 52 } > 'TD6993' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 53 } > 'TD6994' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 54 } > 'TD6997' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 55 } > 'TD6998' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 56 } > 'TD6999' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 57 } > 'TD7000' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 58 } > 'TD7003' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 59 } > 'TD7004' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 60 } > 'TD7005' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 61 } > 'TD7006' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 62 } > 'TD7007' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 63 } > 'TD7008' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 64 } > 'TD7009' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 65 } > 'TD7010' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 66 } > 'TD7011' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 67 } > 'TD7012' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 68 } > 'TD7013' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 69 } > 'TD7014' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 70 } > 'TD7019' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 71 } > 'TD7020' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 72 } > 'TD7025' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 0.314
{ 73 } > 'TD7026' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.686 1.000
{ 74 } > 'TD7207' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 75 } > 'TD7208' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 76 } > 'TD7209' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 77 } > 'TD7210' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 78 } > 'TD7213' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 79 } > 'TD7214' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 80 } > 'TD7215' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 81 } > 'TD7216' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 82 } > 'TD7219' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 83 } > 'TD7220' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 84 } > 'TD7221' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 85 } > 'TD7222' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 86 } > 'TD7225' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 87 } > 'TD7226' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 88 } > 'TD7227' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 89 } > 'TD7228' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 90 } > 'TD7229' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 91 } > 'TD7230' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 92 } > 'TD7231' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 93 } > 'TD7232' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 94 } > 'TD7233' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 95 } > 'TD7234' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 96 } > 'TD7235' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 97 } > 'TD7236' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 98 } > 'TD7241' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 99 } > 'TD7242' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 100 } > 'TD7247' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 0.314
{ 101 } > 'TD7248' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.686 1.000
{ 102 } > 'TD7435' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 103 } > 'TD7436' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 104 } > 'TD7437' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 105 } > 'TD7438' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 106 } > 'TD7441' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 107 } > 'TD7442' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 108 } > 'TD7443' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 109 } > 'TD7444' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 110 } > 'TD7447' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 111 } > 'TD7448' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 112 } > 'TD7449' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 113 } > 'TD7450' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 114 } > 'TD7453' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
{ 115 } > 'TD7454' 'T Y Z UNI FR' 11.414 0.000 1.000
```


{	116}	>	TD7455	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	117}	>	TD7456	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	118}	>	TD7457	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	119}	>	TD7458	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	120}	>	TD7459	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	121}	>	TD7460	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	122}	>	TD7461	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	123}	>	TD7462	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	124}	>	TD7463	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	125}	>	TD7464	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	126}	>	TD7469	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	127}	>	TD7470	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	128}	>	TD7475	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	0.314
{	129}	>	TD7476	'T Y Z UNI FR	11.414	0.686	1.000
{	130}	>	TD7585	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	131}	>	TD7586	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	132}	>	TD7657	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	133}	>	TD7658	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	134}	>	TD7659	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	135}	>	TD7660	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	136}	>	TD7663	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	137}	>	TD7664	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	138}	>	TD7665	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	139}	>	TD7666	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	140}	>	TD7669	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	141}	>	TD7670	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	142}	>	TD7671	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	143}	>	TD7672	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	144}	>	TD7675	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	145}	>	TD7676	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	146}	>	TD7677	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	147}	>	TD7678	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	148}	>	TD7679	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	149}	>	TD7680	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	150}	>	TD7681	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	151}	>	TD7682	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	152}	>	TD7683	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	153}	>	TD7684	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	154}	>	TD7691	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	155}	>	TD7692	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	156}	>	TD7697	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	0.314
{	157}	>	TD7698	'T Y Z UNI FR	11.414	0.686	1.000
{	158}	>	TD6893	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	159}	>	TD6894	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	160}	>	TD6899	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	161}	>	TD6900	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	162}	>	TD6905	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	163}	>	TD6906	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	164}	>	TD6923	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	165}	>	TD6924	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	166}	>	TD6929	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	167}	>	TD6930	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	168}	>	TD7115	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	169}	>	TD7116	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	170}	>	TD7121	'T Y Z UNI FR	11.414	0.000	1.000
{	171}	>	TD				

460)	> TD741	'T Y Z UNI FR	13.758	0.000	1.000
461)	> TD7342	'T Y Z UNI FR	13.758	0.000	1.000
462)	> TD7555	'T Y Z UNI FR	13.758	0.000	1.000
463)	> TD7556	'T Y Z UNI FR	13.758	0.000	1.000
464)	> TD7557	'T Y Z UNI FR	13.758	0.000	1.000
465)	> TD7558	'T Y Z UNI FR	13.758	0.000	1.000
466)	> TD7561	'T Y Z UNI FR	13.758	0.000	1.000
467)	> TD7562	'T Y Z UNI FR	13.758	0.000	1.000
468)	> TD7563	'T Y Z UNI FR	13.758	0.000	1.000
469)	> TD7564	'T Y Z UNI FR	13.758	0.000	1.000
470)	> TD7163	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
471)	> TD7183	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
472)	> TD7391	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
473)	> TD7411	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
474)	> TD7613	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
475)	> TD7633	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
476)	> TD6941	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
477)	> TD6961	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
478)	> TD6951	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
479)	> TD7172	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	0.314
480)	> TD7173	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
481)	> TD7192	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	0.314
482)	> TD7400	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	0.314
483)	> TD7401	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
484)	> TD7420	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	0.314
485)	> TD7622	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	0.314
486)	> TD7623	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
487)	> TD7642	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	0.314
488)	> TD6950	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	0.314
489)	> TD6970	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	0.314
490)	> TD6942	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
491)	> TD6949	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
492)	> TD6962	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
493)	> TD6969	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
494)	> TD7164	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
495)	> TD7171	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
496)	> TD7184	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
497)	> TD7191	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
498)	> TD7392	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
499)	> TD7399	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
500)	> TD7412	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
501)	> TD7419	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
502)	> TD7614	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
503)	> TD7621	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
504)	> TD7634	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
505)	> TD7641	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
506)	> TD6943	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
507)	> TD6944	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
508)	> TD6945	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
509)	> TD6946	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
510)	> TD6947	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
511)	> TD6948	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
512)	> TD6952	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
513)	> TD6953	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
514)	> TD6954	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
515)	> TD6955	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
516)	> TD6956	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
517)	> TD6957	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
518)	> TD6958	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
519)	> TD6959	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	1.000
520)	> TD6960	'T Y Z UNI FR	108.798	0.000	0.314
521)					

[illegible]

[804]	>	TD7125	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 890}>	TD7104	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[805]	>	TD7126	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 891}>	TD7109	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[806]	>	TD7129	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 892}>	TD7110	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[807]	>	TD7130	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 893}>	TD7237	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[808]	>	TD7131	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 894}>	TD7238	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[809]	>	TD7132	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 895}>	TD7239	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[810]	>	TD7133	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 896}>	TD7240	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[811]	>	TD7134	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 897}>	TD7243	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[812]	>	TD7135	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 898}>	TD7244	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[813]	>	TD7136	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 899}>	TD7245	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[814]	>	TD7137	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 900}>	TD7246	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[815]	>	TD7138	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 901}>	TD7249	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[816]	>	TD7139	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 902}>	TD7250	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[817]	>	TD7140	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 903}>	TD7251	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[818]	>	TD7141	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 904}>	TD7231	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[819]	>	TD7142	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 905}>	TD7332	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[820]	>	TD7143	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 906}>	TD7337	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[821]	>	TD7144	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 907}>	TD7338	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[822]	>	TD7345	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 908}>	TD7421	'T Y Z UNI FR	51.803	0.000	1.000
[823]	>	TD7346	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 909}>	TD7422	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[824]	>	TD7351	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 910}>	TD7465	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[825]	>	TD7352	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 911}>	TD7466	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[826]	>	TD7353	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 912}>	TD7467	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[827]	>	TD7354	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 913}>	TD7468	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[828]	>	TD7357	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 914}>	TD7471	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[829]	>	TD7358	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 915}>	TD7472	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[830]	>	TD7359	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 916}>	TD7473	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[831]	>	TD7360	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 917}>	TD7474	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[832]	>	TD7361	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 918}>	TD7477	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[833]	>	TD7362	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 919}>	TD7478	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[834]	>	TD7363	'T Y Z UNI FR	48.471	0.000	1.000	{ 920}>	TD7479	'T Y Z UNI FR	54.803	0.000	1.000
[835]	>	TD7364	'T Y Z UNI FR									

{ 1148 } > 'TD7618 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000
{ 1149 } > 'TD7619 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000
{ 1150 } > 'TD7620 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000
{ 1151 } > 'TD7624 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000
{ 1152 } > 'TD7625 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000
{ 1153 } > 'TD7626 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000
{ 1154 } > 'TD7627 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000
{ 1155 } > 'TD7628 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000
{ 1156 } > 'TD7629 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000
{ 1157 } > 'TD7630 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000

**** INFO_STGEN -- Active slave DOFs are present. Coupled mass terms will be ignored in the transformation from slave DOFs to master DOFs for the lumped mass matrix. However, total mass is preserved.

**** WARNING_DEL2JI -- Member/element loads have been applied to rigid bodies. These loads are ignored.

{ 1167 } > DAMPING PERCENTS 3.10
{ 1168 } > UNITS METERS
{ 1169 } > UNITS KILONEWTONS
{ 1170 } > INERTIA OF JOINTS LUMPED WITH EFFECTIVE MEMBER LENGTH 0.010000 TORSIONAL -
{ 1171 } > INERTIA FACTOR 0.333300
{ 1172 } > EIGENVALUE PARAMETERS
{ 1173 } > SOLVE USING GTLANCZOS
{ 1174 } > NUMBER OF MODES 10
{ 1175 } > PRINT MAXIMUM
{ 1176 } > INITIAL STRESS LOADING OFF
{ 1177 } > END EIGENVALUE PARAMETERS
{ 1178 } > DYNAMIC ANALYSIS EIGENVALUES

BANDWIDTH INFORMATION BEFORE RENUMBERING.

THE MAXIMUM BANDWIDTH IS 328 AND OCCURS AT JOINT 7868
THE AVERAGE BANDWIDTH IS 14.715
THE STANDARD DEVIATION OF THE BANDWIDTH IS 43.826
58.541

BANDWIDTH INFORMATION AFTER RENUMBERING.

THE MAXIMUM BANDWIDTH IS 25 AND OCCURS AT JOINT D7621
THE AVERAGE BANDWIDTH IS 13.158
THE STANDARD DEVIATION OF THE BANDWIDTH IS 5.586
18.744

TIME FOR CONSISTENCY CHECKS FOR 933 MEMBERS 0.03 SECONDS
TIME FOR BANDWIDTH REDUCTION 0.02 SECONDS

**** INFO_STGEN -- Active slave DOFs are present. Coupled mass terms will be ignored in the transformation from slave DOFs to master DOFs for the lumped mass matrix. However, total mass is preserved.

TIME TO GENERATE 932 ELEMENT STIF. MATRICES 4.51 SECONDS
TIME TO ASSEMBLE THE STIFFNESS MATRIX 0.08 SECONDS
TIME TO PROCESS 405 JOINTS 0.02 SECONDS
TIME TO GENERATE REDUCED STIFFNESS MATRIX 0.07 SECONDS
Time to assemble lumped mass matrix 0.00 seconds

* GT/LANCZOS SOLUTION DATA *

NUMBER OF DYNAMIC DEGREES-OF-FREEDOM = 2262

{ 1158 } > 'TD7631 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000
{ 1159 } > 'TD7632 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000
{ 1160 } > 'TD7635 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000
{ 1161 } > 'TD7636 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000
{ 1162 } > 'TD7637 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000
{ 1163 } > 'TD7638 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000
{ 1164 } > 'TD7639 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000
{ 1165 } > 'TD7640 'T Y Z UNI FR 480.675 0.000 1.000
{ 1166 } > INERTIA FROM LOADS 1000 ALL DOF

NUMBER OF MODES REQUESTED = 10
EIGENVALUE TOLERANCE = 1.00000E-06
NUMBER OF TERMS IN SKYLINE = 179105
AVERAGE COLUMN HEIGHT OF SKYLINE = 79
RANK OF MASS MATRIX = 2262
OUT-OF-CORE EQUATION SOLVER USED (3 BLOCKS)
NUMBER OF LANCZOS VECTORS COMPUTED = 40

* END OF GT/LANCZOS SOLUTION DATA *

TIME TO SOLVE EIGENPROBLEM 3.11 SECONDS
TIME TO TRANSFORM EIGENVECTORS TO JOINTS 0.08 SECONDS

* EIGEN-SOLUTION CHECKS *

**** STRUDEL MESSAGE - STURM SEQUENCE CHECK WAS SUCCESSFUL - THERE ARE NO MISSING MODES

MODE	EIGENVALUE	FREQUENCY	FREQUENCY	
		PERIOD	ESTIMATED	
	((RAD/SEC)**2)	(RAD/SEC)	(CYC/SEC)	(SEC/CYC) ACCURACY
1	3.724623D+00	1.929928D+00	3.071576D-01	3.255658D+00 2.798898D-10
2	4.845117D+00	2.201163D+00	3.503259D-01	2.854485D+00 1.115618D-11
3	1.527875D+01	3.908804D+00	6.221054D-01	1.607445D+00 5.316846D-11
4	1.500731D+02	1.225043D+01	1.949717D+00	5.128950D-01 1.298750D-09
5	1.555250D+02	1.247097D+01	1.984816D+00	5.038250D-01 1.665197D-06
6	1.603462D+02	1.266279D+01	2.015345D+00	4.961930D-01 3.358362D-04
7	1.621662D+02	1.273445D+01	2.026750D+00	4.934007D-01 2.157277D-02
8	1.623092D+02	1.274006D+01	2.027644D+00	4.931833D-01 1.351124D-02
9	1.641039D+02	1.281031D+01	2.038823D+00	4.904790D-01 3.265111D-04
10	1.727077D+02	1.314183D+01	2.091587D+00	4.781058D-01 2.512954D-05

ORTHOGONALITY CHECK

WITH RESPECT TO MASS

OFF DIAGONALS: MAXIMUM = 0.5096E-14
MINIMUM = 0.1479E-16
MEAN = 0.1133E-14

DIAGONALS: MAXIMUM = 0.1000E+01
MINIMUM = 0.1000E+01
MEAN = 0.1000E+01

WITH RESPECT TO STIFFNESS

OUTPUT RUNNING BEBAN STATIS (8 ARAH PEMBEBANAN)

```
{ 2 } > $ This is the Common Startup Macro;
put your company-wide startup commands here.
{ 3 } > $ You can edit this file from Tools --
Macro. Click "Startup" and then "Edit".
{ 4 } > $ -----
{ 5 } > RESTORE -
{ 6 } > D:\Mahasiswa\Adigep\ADIGEP-
TAISTRUDL\OPR\RUNNING WSD\MASTER
OPR rev2.gts
DAM-i-filrest, Sub-system 28.0 restored from
file D:\Mahasiswa\Adigep\ADIGEP-
TAISTRUDL\OPR\RUNNING WSD\MASTER
OPR rev2.gts.
```

```
*** GTSTRUDL ***
RELEASE DATE      VERSION
COMPLETION NO.
January 2005      28.0      4643
```

```
*** INFORMATION -- Saved GTSTRUDL
version: 28.0
Restored under GTSTRUDL version:
28.0
```

```
***** CURRENT GTSTRUDL PROBLEM
STATISTICS *****
```

```
ACTIVE UNITS: MM TON DEG
DEOF SEC
```

```
INPUT MODE: ADDITIONS      SCAN
MODE INITIATED: NO
```

```
CURRENT STRUCTURAL TYPE: RIGID
SOLID
```

	JOINTS	MEMBERS	ELEMENTS
SUPERELEMENTS			
ACTIVE	405	933	0 0
INACTIVE	0	0	0 0

```
RIGID BODIES      1
JOINT TIES        0
```

	LOADS	INDEPENDENT
DEPENDENT		
ACTIVE	3	0
INACTIVE	0	0

```
{ 7 } > READ WAVE LOAD FOR DESIGN
FROM FILE 'OOPR.LDS'
```

```
**** INFO_RWLOIL -- THE FOLLOWING
INDEPENDENT LOADS HAVE BEEN
FOUND:
```

OOPR0001 OOPR0002

```
**** INFO_RWLOIL -- TIME TO READ
WAVELOADS FILE = 0.28 SECONDS
```

```
{ 8 } > READ WAVE LOAD FOR DESIGN
FROM FILE '45OPR.LDS'
```

```
**** INFO_RWLOIL -- THE FOLLOWING
INDEPENDENT LOADS HAVE BEEN
FOUND:
```

45OP0001 45OP0002

```
**** INFO_RWLOIL -- TIME TO READ
WAVELOADS FILE = 0.27 SECONDS
```

```
{ 9 } > READ WAVE LOAD FOR DESIGN
FROM FILE '90OPR.LDS'
```

```
**** INFO_RWLOIL -- THE FOLLOWING
INDEPENDENT LOADS HAVE BEEN
FOUND:
```

90OP0001 90OP0002

```
**** INFO_RWLOIL -- TIME TO READ
WAVELOADS FILE = 0.31 SECONDS
```

```
{ 10 } > READ WAVE LOAD FOR DESIGN
FROM FILE '135OPR.LDS'
```

```
**** INFO_RWLOIL -- THE FOLLOWING
INDEPENDENT LOADS HAVE BEEN
FOUND:
```

135O0001 135O0002

```
**** INFO_RWLOIL -- TIME TO READ
WAVELOADS FILE = 0.39 SECONDS
```

```
{ 11 } > READ WAVE LOAD FOR DESIGN
FROM FILE '180OPR.LDS'
```

```
**** INFO_RWLOIL -- THE FOLLOWING
INDEPENDENT LOADS HAVE BEEN
FOUND:
```

180O0001 180O0002

```
**** INFO_RWLOIL -- TIME TO READ
WAVELOADS FILE = 0.47 SECONDS
```

```
{ 12 } > READ WAVE LOAD FOR DESIGN
FROM FILE '225OPR.LDS'
```

```
**** INFO_RWLOIL -- THE FOLLOWING
INDEPENDENT LOADS HAVE BEEN
FOUND:
```

225O0001 225O0002

```
**** INFO_RWLOIL -- TIME TO READ
WAVELOADS FILE = 0.54 SECONDS
```

```
{ 13 } > READ WAVE LOAD FOR DESIGN
FROM FILE '270OPR.LDS'
```

```
**** INFO_RWLOIL -- THE FOLLOWING
INDEPENDENT LOADS HAVE BEEN
FOUND:
```

270O0001 270O0002

```
**** INFO_RWLOIL -- TIME TO READ
WAVELOADS FILE = 0.64 SECONDS
```

```
{ 14 } > READ WAVE LOAD FOR DESIGN
FROM FILE '315OPR.LDS'
```

```
**** INFO_RWLOIL -- THE FOLLOWING
INDEPENDENT LOADS HAVE BEEN
FOUND:
```

315O0001 315O0002

```
**** INFO_RWLOIL -- TIME TO READ
WAVELOADS FILE = 0.68 SECONDS
```

```
{ 15 } > FORM LOAD 'com1' 'comb0opr'
FROM 'Anode-1' 1.000000 'DL' 1.000000 'SW' -
```

```
{ 16 } > 1.000000 'OOPR0001' 1.0000
```

```
'OOPR0002' 1.00000
```

```
{ 17 } > FORM LOAD 'com2' 'comb45opr'
FROM 'Anode-1' 1.000000 'DL' 1.000000 'SW' -
```

```
{ 18 } > 1.000000 '45OP0001' 1.000000
```

```
'45OP0002' 1.000000
```

```
{ 19 } > FORM LOAD 'com3' 'comb90opr'
FROM 'Anode-1' 1.000000 'DL' 1.000000 'SW' -
```

```
{ 20 } > 1.000000 '90OP0001' 1.000000
```

```
'90OP0002' 1.00000
```

```
{ 21 } > FORM LOAD 'com4' 'comb135opr'
FROM 'Anode-1' 1.000000 'DL' 1.000000 'SW' -
```

```
{ 22 } > 1.000000 '135O0001' 1.00000
```

```
'135O0002' 1.00000
```

```
{ 23 } > FORM LOAD 'com5' 'comb180opr'
FROM 'Anode-1' 1.000000 'DL' 1.000000 'SW' -
```

```
{ 24 } > 1.000000 '180O0001' 1.000000
```

```
'180O0002' 1.00000
```

```
{ 25 } > FORM LOAD 'com6' 'comb225opr'
FROM 'Anode-1' 1.000000 'DL' 1.000000 'SW' -
```

```
{ 26 } > 1.000000 '225O0001' 1.00000
```

```
'225O0002' 1.00000
```

```
{ 27 } > FORM LOAD 'com7' 'comb270opr'
FROM 'Anode-1' 1.000000 'DL' 1.000000 'SW' -
```

```
{ 28 } > 1.000000 '270O0001' 1.000000
```

```
'270O0002' 1.00000
```

```
{ 29 } > FORM LOAD 'com8' 'comb315opr'
FROM 'Anode-1' 1.000000 'DL' 1.000000 'SW' -
```

```
{ 30 } > 1.000000 '315O0001' 1.000000
```

```
'315O0002' 1.00000
```

```
{ 31 } > LOAD LIST 'com1' 'com2' 'com3'
```

```
'com4' 'com5' 'com6' 'com7' 'com8'
```

```
{ 32 } > STIFFNESS ANALYSIS
```

BANDWIDTH INFORMATION BEFORE
RENUMBERING.

THE MAXIMUM BANDWIDTH IS 328
AND OCCURS AT JOINT 7868
THE AVERAGE BANDWIDTH IS
14.715
THE STANDARD DEVIATION OF THE
BANDWIDTH IS 43.826

58.541

BANDWIDTH INFORMATION AFTER
RENUMBERING.

THE MAXIMUM BANDWIDTH IS 25 AND
OCCURS AT JOINT D7621
THE AVERAGE BANDWIDTH IS
13.158
THE STANDARD DEVIATION OF THE
BANDWIDTH IS 5.586

18.744

TIME FOR CONSISTENCY CHECKS FOR
933 MEMBERS 0.03 SECONDS
TIME FOR BANDWIDTH REDUCTION
0.15 SECONDS

TIME TO GENERATE 932 ELEMENT STIF.

MATRICES 0.19 SECONDS

TIME TO PROCESS 95244 MEMBER

LOADS 2.28 SECONDS

TIME TO ASSEMBLE THE STIFFNESS

MATRIX 0.17 SECONDS

TIME TO PROCESS 405 JOINTS

0.03 SECONDS

TIME TO SOLVE WITH 63 PARTITIONS

0.54 SECONDS

TIME TO PROCESS 405 JOINT

DISPLACEMENTS 0.33 SECONDS

TIME TO PROCESS 0 ELEMENT

STRESSES 0.00 SECONDS

TIME TO PROCESS 0 ELEMENT

REACTIONS 0.00 SECONDS

TIME TO PROCESS 933 ELEMENT

DISTORTIONS 0.85 SECONDS

TIME FOR STATICS CHECK

0.07 SECONDS

```
{ 33 } > PARAMETERS
```

```
{ 34 } > CODE ASD9 MEMBER
```

```
EXISTING GROUP LIST 'SAMBUNGA'
```

```
MEMBERS
```

```
{ 35 } > SUMMARY YES
```

```
MEMBER EXISTING GROUP LIST
```

```
'SAMBUNGA' MEMBERS
```

```
{ 36 } > STEELGRD A572-G50
```

```
MEMBER EXISTING GROUP LIST
```

```
'SAMBUNGA' MEMBERS
```

```
{ 37 } > REDFYLD 1.38 MEMBER
```

```
EXISTING GROUP LIST 'SAMBUNGA'
```

```
MEMBERS
```

```
{ 38 } >
```

```
{ 39 } > CODE APIWSD20
```

```
MEMBER EXISTING GROUP LIST 'KAKI'
```

```
MEMBERS
```

```
{ 40 } > SUMMARY YES
```

```
MEMBER EXISTING GROUP LIST 'KAKI'
```

```
MEMBERS
```

```
{ 41 } > CHECK 1 MEMBER
```

```
EXISTING GROUP LIST 'KAKI' MEMBERS
```

```
{ 42 } > REDFYLD 1.0 MEMBER
```

```
EXISTING GROUP LIST 'KAKI' MEMBERS
```

```
{ 43 } >
```

```
{ 44 } > CHECK MEMBER EXISTING
```

```
GROUP LIST 'KAKI' 'SAMBUNGA'
```

```
MEMBERS AS BEAM
```

```
1
```

* DESIGN TRACE OUTPUT *

JOBD - TITLE - NONE GIVEN

** MEMBERS WHICH FAIL ARE
MARKED BY TWO ASTERISKS (**)

MEMBER TABLE LOADING
SECTION PROVISION ACTUAL/
SECTION FORCES UNITS
CODE PROFILE NAME
LOCATION NAME ALLOWABLE
FX/MT FY/MY FZ/MZ STATUS

TD7079 PRISMATIC com3 6499.996
3.3.1-3 0.188 -257.684 2.003E-04 0.969
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.095 -2.948 6029.233 4.115 PASSED
OD = 999.9995 ID = 939.9994 THI =
30.0000 D/T = 33.3333

TD7303 PRISMATIC com3 6499.896
3.3.1-4 0.188 -257.822 -0.007 0.963
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.095 -0.804 6034.738 6.214 PASSED
OD = 999.9995 ID = 939.9994 THI =
30.0000 D/T = 33.3333

TD7529 PRISMATIC com7 6499.697
3.3.1-4 0.187 -257.647 4.874E-04 -0.966
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.095 0.186 -5990.132 -10.470 PASSED
OD = 999.9995 ID = 939.9994 THI =
30.0000 D/T = 33.3333

TD7753 PRISMATIC com7 6499.996
3.3.1-4 0.187 -257.517 0.001 -0.967
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.095 12.864 -5987.645 17.033 PASSED
OD = 999.9995 ID = 939.9994 THI =
30.0000 D/T = 33.3333

TD7069 PRISMATIC com8 9192.383
3.3.1-3 0.072 -5.748 0.373 0.041
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.417 -8.467 184.051 -590.680 PASSED
OD = 323.8998 ID = 298.4999 THI =
12.7000 D/T = 25.5039

TD7070 PRISMATIC com2 0.000
3.3.1-3 0.078 -6.428 -0.354 -0.021
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.417 60.705 266.108 -599.795 PASSED
OD = 323.8998 ID = 298.4999 THI =
12.7000 D/T = 25.5039

TD7293 PRISMATIC com4 9192.597
3.3.1-3 0.107 -10.312 0.356 0.016
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.417 -54.579 281.775 -628.762 PASSED
OD = 323.8998 ID = 298.4999 THI =
12.7000 D/T = 25.5039

TD7294 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.083 -7.471 -0.344 -0.048
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.417 16.263 177.993 -569.712 PASSED
OD = 323.8998 ID = 298.4999 THI =
12.7000 D/T = 25.5039

TD7519 PRISMATIC com2 9192.383
3.3.1-3 0.077 -6.557 0.346 0.048
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.417 -22.080 196.315 -569.753 PASSED
OD = 323.8998 ID = 298.4999 THI =
12.7000 D/T = 25.5039

TD7520 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.074 -5.789 -0.379 0.007
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.417 -37.818 253.165 -615.790 PASSED
OD = 323.8998 ID = 298.4999 THI =
12.7000 D/T = 25.5039

TD7743 PRISMATIC com8 9192.597
3.3.1-3 0.107 -10.270 0.356 0.015
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.417 -54.392 281.769 -628.565 PASSED
OD = 323.8998 ID = 298.4999 THI =
12.7000 D/T = 25.5039

TD7744 PRISMATIC com4 0.000
3.3.1-3 0.083 -7.583 -0.344 -0.048
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.417 15.602 176.520 -569.941 PASSED
OD = 323.8998 ID = 298.4999 THI =
12.7000 D/T = 25.5039

TD6935 PRISMATIC com4 6499.997
3.3.1-3 0.140 -15.171 2.235 0.349
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.283 -363.767 997.552 -5267.016 PASSED
OD = 355.5998 ID = 291.9998 THI =
31.8000 D/T = 11.1824

TD6936 PRISMATIC com3 0.000
3.3.1-3 0.130 -16.157 -2.094 0.007
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.283 133.835 41.644 -4729.910 PASSED
OD = 355.5998 ID = 291.9998 THI =
31.8000 D/T = 11.1824

TD7157 PRISMATIC com3 6500.199
3.3.1-3 0.130 -16.163 2.093 -0.007
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.283 -133.536 41.551 -4729.565 PASSED
OD = 355.5998 ID = 291.9998 THI =
31.8000 D/T = 11.1824

TD7158 PRISMATIC com4 0.000
3.3.1-3 0.144 -21.779 -2.160 -0.068
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.283 144.260 76.592 -4810.168 PASSED
OD = 355.5998 ID = 291.9998 THI =
31.8000 D/T = 11.1824

TD7385 PRISMATIC com8 6499.797
3.3.1-3 0.141 -15.242 2.237 0.351
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.283 -365.525 1003.501 -5272.228
PASSED
OD = 355.5998 ID = 291.9998 THI =
31.8000 D/T = 11.1824

TD7386 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.130 -16.084 -2.093 0.007
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.283 134.900 48.256 -4730.068 PASSED
OD = 355.5998 ID = 291.9998 THI =
31.8000 D/T = 11.1824

TD7607 PRISMATIC com6 6499.997
3.3.1-3 0.134 -16.606 2.152 0.012
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.283 -139.480 69.971 -4856.731 PASSED
OD = 355.5998 ID = 291.9998 THI =
31.8000 D/T = 11.1824

TD7608 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.144 -21.709 -2.159 -0.068
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.283 142.577 75.513 -4809.720 PASSED
OD = 355.5998 ID = 291.9998 THI =
31.8000 D/T = 11.1824

TD6937 PRISMATIC com8 6500.720
3.3.1-3 0.102 -14.672 2.735 0.217
MM TON

APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.248 -192.243 1891.898 -5779.095
PASSED
OD = 406.0998 ID = 329.8998 THI =
38.1000 D/T = 10.6588

TD6938 PRISMATIC com4 0.000
R3.3.1-3 0.126 34.913 -2.161 0.458
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.248 -408.723 -2254.390 -5003.495
PASSED
OD = 406.0998 ID = 329.8998 THI =
38.1000 D/T = 10.6588

TD6939 PRISMATIC com8 6500.720
R3.3.1-3 0.118 25.890 2.418 0.084
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.248 67.517 -696.864 -5941.986 PASSED
OD = 406.0998 ID = 329.8998 THI =
38.1000 D/T = 10.6588

TD6940 PRISMATIC com4 0.000
3.3.1-3 0.108 -12.833 -2.962 -0.312
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.248 -101.554 796.700 -6717.838 PASSED
OD = 406.0998 ID = 329.8998 THI =
38.1000 D/T = 10.6588

TD7159 PRISMATIC com6 6500.669
3.3.1-3 0.112 -20.286 2.913 -0.016
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.248 178.740 69.747 -6201.357 PASSED
OD = 406.0998 ID = 329.8998 THI =
38.1000 D/T = 10.6588

TD7160 PRISMATIC com4 0.000
R3.3.1-3 0.119 32.249 -2.225 -5.665E-
05 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.248 150.881 64.073 -5214.665 PASSED
OD = 406.0998 ID = 329.8998 THI =
38.1000 D/T = 10.6588

TD7161 PRISMATIC com2 6500.721
R3.3.1-3 0.120 33.394 2.183 -0.192
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.248 109.124 -1031.792 -5104.477
PASSED
OD = 406.0998 ID = 329.8998 THI =
38.1000 D/T = 10.6588

TD7162 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.117 -22.461 -2.970 0.044
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.248 -179.461 51.147 -6330.908 PASSED
OD = 406.0998 ID = 329.8998 THI =
38.1000 D/T = 10.6588

TD7387 PRISMATIC com2 6500.857
3.3.1-3 0.113 -20.131 2.933 -0.018
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.248 181.851 57.691 -6269.348 PASSED
OD = 406.0998 ID = 329.8998 THI =
38.1000 D/T = 10.6588

TD7388 PRISMATIC com8 0.000
R3.3.1-3 0.126 34.902 -2.161 0.457
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.248 -407.808 -2249.539 -5003.482
PASSED
OD = 406.0998 ID = 329.8998 THI =
38.1000 D/T = 10.6588

TD7389 PRISMATIC com6 6500.887
R3.3.1-3 0.119 33.205 2.165 -0.219
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.248 154.597 -1170.449 -5031.041
PASSED
OD = 406.0998 ID = 329.8998 THI =
38.1000 D/T = 10.6588

TD7390 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.108 -12.762 -2.963 -0.312
MM TON

TD7225 PRISMATIC com7 5390.292 R3.3.1-4 0.249 52.491 -0.080
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 162.141 204.465 818.798 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7226 PRISMATIC com7 10780.833 3.3.1-4 0.273 -57.484 0.322
-0.097 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 26.451 -373.979 -820.074 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7227 PRISMATIC com7 10780.503 3.3.1-4 0.269 -55.617 0.358
-0.018 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 -26.665 96.120 -1052.308 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7228 PRISMATIC com7 5390.237 R3.3.1-4 0.250 52.658 -0.018 -0.005
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 -161.969 204.769 818.906 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7229 PRISMATIC com5 0.000 3.3.1-3 0.080 -13.695 -0.350 0.020
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 -37.505 -210.270 -716.264 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7230 PRISMATIC com1 10780.029 3.3.1-3 0.083 -14.459 0.350
-0.020 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 29.480 -205.404 -716.319 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7231 PRISMATIC com7 5390.178 R3.3.1-4 0.245 50.976 -0.093 0.015
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 202.096 272.273 907.430 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7232 PRISMATIC com7 10780.536 3.3.1-4 0.266 -55.958 0.270
-0.148 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 31.440 -552.203 -718.278 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7233 PRISMATIC com7 10780.555 3.3.1-4 0.263 -54.091 0.316
-0.038 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 -31.963 130.003 -1060.819 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7234 PRISMATIC com7 5390.362 R3.3.1-4 0.246 51.141 -0.006 -0.015
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 -201.681 272.699 907.576 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7235 PRISMATIC com4 0.000 3.3.1-3 0.077 -11.870 -0.450 0.044
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 62.017 -126.984 -911.871 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7236 PRISMATIC com1 10780.009 3.3.1-3 0.078 -13.652 0.322
-0.023 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 26.727 -240.987 -650.076 PASSED

OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7241 PRISMATIC com4 0.000 3.3.1-3 0.087 -12.864 -0.548 0.043
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 72.110 -89.113 -1128.449 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7242 PRISMATIC com7 10780.108 3.3.1-3 0.086 -3.532 0.536
0.817 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 204.911 2220.330 -1074.279
PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7247 PRISMATIC com4 0.000 3.3.1-3 0.110 -16.804 -0.677 0.051
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 122.455 -134.725 -1338.570 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7248 PRISMATIC com8 10780.107 3.3.1-3 0.093 -12.578 0.632
-0.005 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 -57.847 -160.862 -1354.308 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7435 PRISMATIC com3 0.000 R3.3.1-4 0.258 54.577 -0.482 0.041
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 75.278 -80.642 -839.341 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7436 PRISMATIC com3 10780.417 3.3.1-4 0.280 -59.724 0.357
-0.055 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 -3.142 -231.212 -789.331 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7437 PRISMATIC com4 10780.568 3.3.1-4 0.288 -60.493 0.385
0.018 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 -61.558 -23.262 -972.214 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7438 PRISMATIC com4 10780.508 R3.3.1-4 0.267 56.454 0.489
0.030 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 -25.016 144.084 -855.997 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7441 PRISMATIC com3 0.000 R3.3.1-4 0.256 54.654 -0.480 0.037
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 99.151 -6.054 -751.319 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7442 PRISMATIC com3 10780.617 3.3.1-4 0.283 -59.768 0.360
-0.059 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 12.039 -232.500 -878.146 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7443 PRISMATIC com4 0.000 3.3.1-4 0.289 -61.414 -0.353 -0.015
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 -101.447 -55.532 -869.932 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7444 PRISMATIC com4 5390.293 R3.3.1-4 0.267 57.354 -0.029 0.023
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 -32.261 45.432 739.965 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7447 PRISMATIC com3 5390.374 R3.3.1-4 0.252 53.731 -0.074 0.003
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 130.496 154.119 761.502 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7448 PRISMATIC com3 10780.585 3.3.1-4 0.278 -58.735 0.346
-0.072 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 19.388 -284.971 -851.780 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7449 PRISMATIC com4 10780.674 3.3.1-4 0.284 -59.181 0.368
0.029 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 -136.287 -31.551 -1028.921 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7450 PRISMATIC com4 5390.290 R3.3.1-4 0.263 56.228 -0.023 0.032
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 -43.786 63.055 777.467 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7453 PRISMATIC com3 5390.211 R3.3.1-4 0.249 52.582 -0.080 0.005
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 165.744 208.369 819.005 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7454 PRISMATIC com3 10780.589 3.3.1-4 0.273 -57.563 0.321
-0.098 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 27.289 -378.086 -817.064 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7455 PRISMATIC com4 10780.528 3.3.1-4 0.279 -57.832 0.346
0.040 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 -175.948 -33.607 -1047.045 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7456 PRISMATIC com4 5390.165 R3.3.1-4 0.259 54.888 -0.015 0.043
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 -53.655 76.759 839.177 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7457 PRISMATIC com8 0.000 3.3.1-3 0.093 -15.073 -0.307 0.209
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 55.911 -787.831 -626.758 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7458 PRISMATIC com4 10780.068 3.3.1-3 0.088 -16.031 0.316
0.149 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 231.087 153.850 -656.133 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7459 PRISMATIC com3 5390.374 R3.3.1-4 0.246 51.027 -0.092 0.015
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 206.441 278.142 906.519 PASSED

TD7692 PRISMATIC com3
10780.068 3.3.1-3 0.089 -3.666 0.517
0.844 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 206.545 2302.494 -1038.735
PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7697 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.110 -16.706 -0.678 0.048
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 122.257 -129.800 -1340.374 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD7698 PRISMATIC com4
10780.229 3.3.1-3 0.094 -12.807 0.633
-0.005 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 -58.889 -158.630 -1355.656 PASSED
OD = 323.8998 ID = 273.0999 THI =
25.4000 D/T = 12.7520

TD6925 PRISMATIC com8 6500.720
3.3.1-3 0.234 -27.302 1.031 0.231
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 68.192 2077.023 -2723.740 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD6926 PRISMATIC com7 0.000
R3.3.1-3 0.210 29.663 -0.659 -0.292
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 -43.858 1176.897 -2154.811 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD6927 PRISMATIC com8 6500.720
R3.3.1-3 0.216 32.709 0.655 0.106
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 -0.805 -471.083 -2185.833 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD6928 PRISMATIC com8 6500.720
3.3.1-3 0.232 -28.626 -0.599 0.398
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 9.393 1366.604 2911.527 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD6931 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.259 -26.908 0.634 1.581
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 63.191 -3338.355 2541.633 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD6932 PRISMATIC com4 0.000
R3.3.1-3 0.249 27.194 -0.679 0.555
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 30.267 -3437.205 -1754.894 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD6933 PRISMATIC com7 6500.720
R3.3.1-3 0.212 25.767 0.658 0.425
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 44.649 1917.644 -2265.289 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD6934 PRISMATIC com6 6500.720
3.3.1-3 0.229 -25.713 -0.570 -1.099
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 -57.413 -2356.406 2538.066 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7147 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.227 -30.088 0.591 0.300
MM TON

APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 37.829 -17.890 2882.844 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7148 PRISMATIC com7 0.000
R3.3.1-3 0.210 29.643 -0.659 -0.291
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 -43.775 1176.409 -2154.905 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7149 PRISMATIC com7 6500.718
R3.3.1-3 0.210 29.665 0.659 0.292
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 44.076 1176.795 -2154.663 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7150 PRISMATIC com8 6500.771
3.3.1-3 0.239 -29.635 -0.869 0.088
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 -12.127 307.194 3274.844 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7153 PRISMATIC com6 0.000
3.3.1-3 0.212 -26.273 0.774 0.006
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 14.531 14.166 2905.052 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7154 PRISMATIC com7 0.000
R3.3.1-3 0.212 25.724 -0.659 -0.425
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 -44.840 1918.020 -2265.870 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7155 PRISMATIC com7 6500.721
R3.3.1-3 0.212 25.770 0.659 0.425
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 44.184 1915.680 -2266.336 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7156 PRISMATIC com8 6500.820
3.3.1-3 0.226 -27.935 -0.922 0.084
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 -13.925 287.824 3100.643 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7375 PRISMATIC com4 6500.584
3.3.1-3 0.234 -27.260 1.029 0.231
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 68.265 2073.464 -2721.352 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7376 PRISMATIC com3 0.000
R3.3.1-3 0.209 29.484 -0.642 -0.296
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 -44.185 1187.834 -2138.427 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7377 PRISMATIC com4 6500.811
R3.3.1-3 0.216 32.701 0.653 0.105
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 -0.779 -472.156 -2184.034 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7378 PRISMATIC com4 6500.662
3.3.1-3 0.233 -28.643 -0.601 0.398
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 9.758 1368.365 2913.781 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7381 PRISMATIC com4 0.000
3.3.1-3 0.259 -26.849 0.638 1.576
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 63.073 -3327.282 2544.890 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7382 PRISMATIC com8 0.000
R3.3.1-3 0.248 27.153 -0.683 0.554
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 30.064 -3428.897 -1760.090 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7383 PRISMATIC com3 0.000
R3.3.1-3 0.210 25.503 0.434 1.004
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 44.689 -2767.117 1055.534 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7384 PRISMATIC com8 6500.662
3.3.1-3 0.205 -19.939 -0.858 -0.595
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 -28.430 -1816.368 2963.566 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7597 PRISMATIC com3 0.000
3.3.1-3 0.229 -30.474 0.607 0.307
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 36.551 -27.023 2902.610 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7598 PRISMATIC com3 0.000
R3.3.1-3 0.211 29.777 -0.642 -0.293
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 -46.407 1186.257 -2138.545 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7599 PRISMATIC com3 6500.719
R3.3.1-3 0.209 29.371 0.643 0.298
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 43.292 1186.936 -2139.355 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7600 PRISMATIC com4 6500.803
3.3.1-3 0.239 -29.502 -0.868 0.087
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 -13.352 307.746 3270.259 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7603 PRISMATIC com3 6500.627
3.3.1-3 0.205 -26.862 0.869 0.159
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 41.989 1735.464 -1984.558 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7604 PRISMATIC com3 6500.810
R3.3.1-3 0.211 25.657 -0.433 -1.002
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 -45.971 -2756.571 1049.977 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7605 PRISMATIC com3 0.000
R3.3.1-3 0.210 25.318 0.435 1.004
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 42.948 -2769.701 1059.543 PASSED
OD = 355.5998 ID = 323.7998 THI =
15.9000 D/T = 22.3648

TD7606 PRISMATIC com4 6500.803
3.3.1-3 0.226 -27.859 -0.922 0.082
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.270 -14.858 281.976 3100.954 PASSED

TD6899 PRISMATIC com4 6499.997
R3.3.1-3 0.150 10.697 0.817 0.072
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 4.812 329.820 -2307.421 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD6900 PRISMATIC com8 0.000
R3.3.1-3 0.147 11.282 -0.782 -0.022
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 24.783 -249.387 -2189.787 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD6905 PRISMATIC com4 6499.997
R3.3.1-3 0.149 10.083 0.829 0.094
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 6.595 425.513 -2345.629 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD6906 PRISMATIC com8 0.000
R3.3.1-3 0.149 10.848 -0.810 -0.029
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 33.759 -325.190 -2276.251 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD6923 PRISMATIC com7 6499.997
R3.3.1-3 0.154 4.076 0.996 -0.238
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 -99.524 -1752.932 -2647.330 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD6924 PRISMATIC com8 0.000
R3.3.1-3 0.172 9.690 -0.937 0.065
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 79.594 -1226.594 -2688.786 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD6929 PRISMATIC com7 6499.997
R3.3.1-3 0.204 7.916 0.979 -0.490
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 -126.743 -3072.003 -2457.992
PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD6930 PRISMATIC com7 0.000
R3.3.1-3 0.204 7.901 -0.979 0.490
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 126.924 -3072.215 -2458.051
PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7115 PRISMATIC com5 6499.996
R3.3.1-3 0.140 9.942 0.779 0.032
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 -4.282 40.895 -2179.489 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7116 PRISMATIC com1 0.000
R3.3.1-3 0.142 9.923 -0.792 -0.031
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 4.130 42.814 -2222.425 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7121 PRISMATIC com5 6500.199
R3.3.1-3 0.141 9.665 0.796 0.031
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 -10.484 23.835 -2236.946 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7122 PRISMATIC com1 0.000
R3.3.1-3 0.143 9.650 -0.810 -0.030
MM TON

APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 10.380 26.279 -2281.706 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7127 PRISMATIC com5 6499.895
R3.3.1-3 0.141 9.135 0.813 0.036
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 -14.210 24.884 -2291.393 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7128 PRISMATIC com1 0.000
R3.3.1-3 0.143 9.116 -0.827 -0.035
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 14.032 28.662 -2337.671 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7145 PRISMATIC com7 6500.098
R3.3.1-3 0.154 4.072 0.996 -0.238
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 -99.504 -1752.751 -2647.188 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7146 PRISMATIC com7 0.000
R3.3.1-3 0.154 4.069 -0.996 0.238
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 99.629 -1752.546 -2647.232 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7151 PRISMATIC com7 6500.199
R3.3.1-3 0.204 7.886 0.979 -0.490
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 -127.002 -3071.949 -2457.885
PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7152 PRISMATIC com7 0.000
R3.3.1-3 0.204 7.887 -0.979 0.489
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 126.741 -3071.355 -2457.935
PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7343 PRISMATIC com8 6500.098
R3.3.1-3 0.149 10.867 0.806 0.061
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 6.740 275.247 -2269.832 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7344 PRISMATIC com4 0.000
R3.3.1-3 0.144 11.411 -0.754 -0.022
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 14.273 -173.765 -2101.189 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7349 PRISMATIC com8 6500.195
R3.3.1-3 0.150 10.623 0.818 0.072
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 4.614 329.493 -2308.178 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7350 PRISMATIC com4 0.000
R3.3.1-3 0.147 11.277 -0.782 -0.023
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 24.910 -249.703 -2190.170 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7355 PRISMATIC com8 6500.195
R3.3.1-3 0.149 10.009 0.830 0.094
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 6.408 425.193 -2346.350 PASSED

OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7356 PRISMATIC com4 0.000
R3.3.1-3 0.149 10.840 -0.810 -0.029
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 33.931 -325.870 -2276.261 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7373 PRISMATIC com3 6499.797
R3.3.1-3 0.155 4.121 0.982 -0.245
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 -101.568 -1804.877 -2632.186
PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7374 PRISMATIC com4 0.000
R3.3.1-3 0.171 9.673 -0.935 0.065
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 79.751 -1227.934 -2687.251 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7379 PRISMATIC com3 0.000
R3.3.1-3 0.207 8.048 0.305 -1.584
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 -129.029 3628.710 1638.876
PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7380 PRISMATIC com3 6499.996
R3.3.1-3 0.207 8.105 -0.304 1.585
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 129.273 3630.826 1637.323 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7565 PRISMATIC com1 6499.997
R3.3.1-3 0.140 9.852 0.779 0.030
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 -5.214 37.560 -2180.454 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7566 PRISMATIC com5 0.000
R3.3.1-3 0.142 9.999 -0.792 -0.032
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 3.293 45.367 -2222.379 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7571 PRISMATIC com1 6499.997
R3.3.1-3 0.141 9.611 0.797 0.029
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 -11.564 20.734 -2238.209 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7572 PRISMATIC com5 0.000
R3.3.1-3 0.143 9.762 -0.810 -0.032
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 9.245 27.976 -2282.059 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7577 PRISMATIC com1 6499.997
R3.3.1-3 0.140 8.952 0.813 0.033
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 -13.229 22.210 -2292.067 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7578 PRISMATIC com5 0.000
R3.3.1-3 0.142 9.065 -0.827 -0.036
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 18.682 29.542 -2338.013 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7595 PRISMATIC com3 6499.997
R3.3.1-3 0.154 4.017 0.983 -0.243
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 -103.690 -1802.914 -2633.373
PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7596 PRISMATIC com3 0.000
R3.3.1-3 0.155 4.277 -0.981 0.247
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 101.582 -1802.527 -2630.533
PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7601 PRISMATIC com3 0.000
R3.3.1-3 0.207 7.958 0.305 -1.584
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 -130.514 3625.691 1640.126
PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD7602 PRISMATIC com3 6499.997
R3.3.1-3 0.208 8.197 -0.304 1.585
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.298 128.319 3635.784 1636.134 PASSED
OD = 323.8998 ID = 292.0999 THI =
15.9000 D/T = 20.3711

TD6887 PRISMATIC com4 6499.997
R3.3.1-3 0.133 11.999 1.157 0.059
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.273 16.345 261.807 -3129.885 PASSED
OD = 355.9998 ID = 316.9998 THI =
19.5000 D/T = 18.2564

TD6888 PRISMATIC com8 0.000
R3.3.1-3 0.127 12.677 -1.067 -0.015
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.273 -4.669 -194.004 -2840.403 PASSED
OD = 355.9998 ID = 316.9998 THI =
19.5000 D/T = 18.2564

TD6897 PRISMATIC com8 6500.720
R3.3.1-4 0.286 36.981 0.478 0.032
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.295 -4.017 -54.145 -1513.528 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD6898 PRISMATIC com8 6500.720
3.3.1-4 0.293 -34.621 -0.460 0.070
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.295 5.888 261.931 1954.905 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7031 PRISMATIC com3 6499.997
3.3.1-3 0.163 -48.515 1.416 -0.022
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.282 290.648 5.269 -2761.372 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7032 PRISMATIC com3 6500.720
R3.3.1-3 0.198 49.918 -1.549 -0.204
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.190 752.355 -1262.315 10313.111
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7033 PRISMATIC com3 6500.720
R3.3.1-4 0.220 103.721 1.508 -0.174
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.190 80.221 -102.609 -4320.052 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7034 PRISMATIC com3 0.000
3.3.1-3 0.163 -48.520 -1.416 0.022
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.282 -290.662 5.152 -2761.365 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7035 PRISMATIC com3 0.000
R3.3.1-4 0.220 103.717 -1.508 0.174
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.190 -79.909 -103.550 -4319.894 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7036 PRISMATIC com3 0.000
R3.3.1-3 0.198 49.968 1.549 0.204
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.190 -752.208 -1265.605 10313.049
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7037 PRISMATIC com3 6499.997
R3.3.1-4 0.196 68.841 1.324 0.143
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.282 -532.346 513.415 -2348.955 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7038 PRISMATIC com3 6500.720
3.3.1-4 0.368 -193.226 1.498 0.516
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.190 -789.373 2187.782 -2813.241
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7039 PRISMATIC com3 0.000
R3.3.1-3 0.066 4.315 -2.100 0.150
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.190 326.839 -1063.753 -5376.219
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7040 PRISMATIC com3 0.000
R3.3.1-4 0.196 68.842 -1.324 -0.143
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.282 532.278 513.374 -2348.908 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7041 PRISMATIC com3 6500.720
R3.3.1-3 0.066 4.317 2.100 -0.150
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.190 -326.872 -1063.024 -5376.607
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7042 PRISMATIC com3 0.000
3.3.1-4 0.368 -193.214 -1.498 -0.516
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.190 789.376 2185.643 -2813.370
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7043 PRISMATIC com3 0.000
R3.3.1-3 0.072 19.740 -1.079 0.064
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.282 12.437 -145.025 -1417.750 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7044 PRISMATIC com3 0.000
3.3.1-3 0.051 -9.563 -1.635 -0.036
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.190 -208.648 214.337 -3153.964 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7045 PRISMATIC com3 6500.720
R3.3.1-3 0.036 0.094 1.700 0.004
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.190 -192.165 -178.672 -3332.713 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7046 PRISMATIC com3 6499.997
R3.3.1-3 0.072 19.741 1.079 -0.063
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.282 -12.450 -143.939 -1417.806 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7047 PRISMATIC com4 0.000
R3.3.1-3 0.037 1.011 -1.664 0.081
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.190 169.657 -860.503 -3204.442 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7048 PRISMATIC com3 6500.720
3.3.1-3 0.051 -9.566 1.635 0.145
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.190 208.626 213.673 -3153.792 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7049 PRISMATIC com4 0.000
3.3.1-3 0.031 -1.797 -0.989 0.145
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.282 4.879 -620.799 -1229.413 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7050 PRISMATIC com4 0.000
R3.3.1-3 0.024 5.347 -1.108 -0.036
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.190 14.552 361.602 -1281.524 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7051 PRISMATIC com1 6500.720
R3.3.1-3 0.018 2.130 1.143 -0.008
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.190 -5.899 -378.674 -1274.642 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7052 PRISMATIC com4 6499.997
3.3.1-3 0.031 -2.416 0.995 0.025
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.282 -4.791 445.899 -1226.272 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7053 PRISMATIC com4 0.000
R3.3.1-3 0.019 1.808 -1.155 0.101
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.190 2.282 -722.622 -1294.565 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7054 PRISMATIC com4 6500.720
R3.3.1-3 0.024 4.892 1.102 0.018
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.190 -14.556 -738.833 -1240.674 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7055 PRISMATIC com4 0.000
3.3.1-3 0.027 -0.967 -0.589 0.114
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.273 0.288 -449.707 -669.006 PASSED
OD = 355.9998 ID = 316.9998 THI =
19.5000 D/T = 18.2564

TD7056 PRISMATIC com2 6500.720
R3.3.1-3 0.023 0.562 0.401 0.074
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.268 13.528 170.234 -453.572 PASSED

TD7329 PRISMATIC com8 6500.720
3.3.1-3 0.022 -0.368 0.402 -0.087
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.268 -15.511 -164.367 -452.136 PASSED
OD = 355.9998 ID = 329.9998 THI =
13.0000 D/T = 27.3846

TD7330 PRISMATIC com3 0.000
3.3.1-3 0.010 -5.953 -2.076E-05 -0.431
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.095 -0.007 2474.520 -0.133 PASSED
OD = 999.9995 ID = 939.9994 THI =
30.0000 D/T = 33.3333

TD7347 PRISMATIC com4 6500.721
R3.3.1-4 0.286 36.994 0.478 -0.032
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.295 -3.593 -50.960 -1513.074 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7348 PRISMATIC com4 6500.720
3.3.1-4 0.293 -34.631 -0.460 0.069
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.295 5.722 258.418 1954.943 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7481 PRISMATIC com7 6500.395
3.3.1-3 0.162 -48.416 1.416 -0.019
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.282 289.779 14.629 -2760.916 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7482 PRISMATIC com7 6500.604
R3.3.1-3 0.197 49.583 -1.548 -0.206
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 750.057 -1276.073 10309.625
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7483 PRISMATIC com7 6500.811
R3.3.1-4 0.220 103.709 1.507 -0.174
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 81.130 -103.720 -4319.563 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7484 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.162 -48.383 -1.415 0.020
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.282 -289.997 14.508 -2760.643 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7485 PRISMATIC com7 0.000
R3.3.1-4 0.220 103.686 -1.507 0.176
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 -80.937 -109.493 -4318.337 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7486 PRISMATIC com7 0.000
R3.3.1-3 0.197 49.636 1.547 0.206
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 -750.237 -1279.545 10308.415
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7487 PRISMATIC com7 6500.195
R3.3.1-4 0.196 68.834 1.324 0.142
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.282 -532.605 513.857 -2347.845 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7488 PRISMATIC com7 6500.604
3.3.1-4 0.368 -193.204 1.497 0.519
MM TON

APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 -788.968 2190.333 -2812.299
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7489 PRISMATIC com7 0.000
R3.3.1-3 0.066 4.314 -2.099 0.146
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 325.861 -1050.518 -5372.402
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7490 PRISMATIC com7 0.000
R3.3.1-4 0.196 68.840 -1.324 -0.142
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.282 532.417 513.738 -2347.865 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7491 PRISMATIC com7 6500.772
R3.3.1-3 0.066 4.311 2.098 -0.148
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 -327.036 -1057.950 -5371.351
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7492 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-4 0.368 -193.175 -1.497 -0.514
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 789.928 2173.794 -2809.493
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7493 PRISMATIC com7 0.000
R3.3.1-3 0.072 19.731 -1.079 0.064
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.282 12.420 -144.195 -1417.839 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7494 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.051 -9.550 -1.635 -0.037
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 -208.650 212.698 -3154.153 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7495 PRISMATIC com6 6500.772
R3.3.1-3 0.036 1.019 1.644 -0.048
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 -169.331 -639.673 -3125.737 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7496 PRISMATIC com7 6499.996
R3.3.1-3 0.072 19.734 1.079 -0.063
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.282 -12.444 -142.120 -1417.879 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7497 PRISMATIC com8 0.000
R3.3.1-3 0.037 1.009 -1.665 0.081
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 169.772 -860.515 -3205.639 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7498 PRISMATIC com7 6500.720
3.3.1-3 0.051 -9.557 1.635 0.038
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 208.562 211.557 -3153.940 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7499 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.031 -1.798 -0.989 0.145
MM TON

APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.282 4.886 -620.785 -1229.587 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7500 PRISMATIC com8 0.000
R3.3.1-3 0.024 5.349 -1.108 -0.036
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 14.540 361.363 -1281.689 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7501 PRISMATIC com6 6500.772
R3.3.1-3 0.018 1.775 1.151 -0.071
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 -4.211 -540.273 -1282.774 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7502 PRISMATIC com8 6499.996
3.3.1-3 0.031 -2.416 0.995 0.025
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.282 -4.797 446.051 -1226.416 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7503 PRISMATIC com8 0.000
R3.3.1-3 0.019 1.809 -1.155 0.101
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 2.308 -722.677 -1294.911 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7504 PRISMATIC com8 6500.720
R3.3.1-3 0.024 4.894 1.102 0.018
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 -14.572 -738.870 -1240.932 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7505 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.027 -0.968 -0.589 0.114
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.273 0.289 -449.684 -669.031 PASSED
OD = 355.9998 ID = 316.9998 THI =
19.5000 D/T = 18.2564

TD7506 PRISMATIC com7 6500.720
R3.3.1-3 0.022 0.676 0.399 0.035
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.268 8.374 72.753 -449.194 PASSED
OD = 355.9998 ID = 329.9998 THI =
13.0000 D/T = 27.3846

TD7507 PRISMATIC com8 6499.996
3.3.1-3 0.025 -1.220 0.597 0.002
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.273 -0.086 263.201 -680.170 PASSED
OD = 355.9998 ID = 316.9998 THI =
19.5000 D/T = 18.2564

TD7508 PRISMATIC com7 0.000
R3.3.1-3 0.022 0.675 -0.399 -0.035
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.268 -8.384 72.344 -449.183 PASSED
OD = 355.9998 ID = 329.9998 THI =
13.0000 D/T = 27.3846

TD7511 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.053 -56.037 9.042 -9.372
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.074 -780.763 34711.336 43466.883
PASSED
OD = 1299.9993 ID = 1179.9993 THI =
60.0000 D/T = 21.6667

TD7512 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.030 -33.895 -2.403 2.950
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.074 -570.461 -24564.645 -17465.490
PASSED

OD = 1299.9993 ID = 1179.9993 THI =
60.0000 D/T = 21.6667

TD7513 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.008 -14.124 -0.877 0.295
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.074 -257.299 -2929.494 -4792.479
PASSED
OD = 1299.9993 ID = 1179.9993 THI =
60.0000 D/T = 21.6667

TD7516 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.053 -56.038 -9.040 -9.377
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.074 767.576 34755.828 -43462.246
PASSED
OD = 1299.9993 ID = 1179.9993 THI =
60.0000 D/T = 21.6667

TD7517 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.030 -33.895 2.403 2.949
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.074 563.795 -24559.725 17464.193
PASSED
OD = 1299.9993 ID = 1179.9993 THI =
60.0000 D/T = 21.6667

TD7518 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.008 -14.124 0.876 0.295
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.074 255.737 -2928.817 4790.634
PASSED
OD = 1299.9993 ID = 1179.9993 THI =
60.0000 D/T = 21.6667

TD7521 PRISMATIC com4 0.000
3.3.1-3 0.070 -4.142 -0.375 -0.146
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.418 83.319 563.981 -610.921 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7522 PRISMATIC com8 9192.382
3.3.1-3 0.072 -4.194 0.375 0.116
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.418 -149.279 601.722 -620.012 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7523 PRISMATIC com1 0.000
3.3.1-3 0.061 -3.553 -0.378 0.012
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.418 -23.099 -89.064 -725.318 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7524 PRISMATIC com5 9193.018
3.3.1-3 0.061 -3.553 0.377 -0.013
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.418 24.608 -92.991 -720.377 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7525 PRISMATIC com1 0.000
3.3.1-3 0.046 -3.125 -0.332 0.002
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.418 -36.420 -17.977 -485.244 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7526 PRISMATIC com5 9192.384
3.3.1-3 0.046 -3.123 0.332 -0.002
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.418 37.432 -22.316 -486.322 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7527 PRISMATIC com4 0.000
3.3.1-3 0.041 -1.673 -0.375 -0.042
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.418 15.886 143.764 -572.182 PASSED

OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7528 PRISMATIC com6 9192.383
3.3.1-3 0.041 -2.101 0.338 -0.038
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.418 18.648 -121.686 -512.400 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7530 PRISMATIC com7 6500.496
3.3.1-3 0.083 -48.171 -0.002 5.368
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.095 4.477 22513.145 -1.041 PASSED
OD = 999.9995 ID = 939.9994 THI =
30.0000 D/T = 33.3333

TD7531 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.042 -26.672 -0.084 -0.738
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.095 782.766 10497.121 -373.010
PASSED
OD = 999.9995 ID = 939.9994 THI =
30.0000 D/T = 33.3333

TD7532 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.022 -17.034 3.242E-05 -0.647
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.095 -0.640 4676.174 0.416 PASSED
OD = 999.9995 ID = 939.9994 THI =
30.0000 D/T = 33.3333

TD7535 PRISMATIC com7 9192.459
R3.3.1-3 0.387 138.287 0.793 -0.261
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.340 86.740 -1481.157 -276.592 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7536 PRISMATIC com7 9192.889
3.3.1-4 0.407 -142.670 0.901 -0.002
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.340 -69.965 216.577 -1963.244 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7537 PRISMATIC com7 9193.248
R3.3.1-3 0.042 3.604 0.912 0.091
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.341 -12.876 422.256 -1784.578 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7538 PRISMATIC com7 9193.284
3.3.1-3 0.060 -11.770 0.873 0.011
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.341 -155.905 -20.568 -1679.913 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7539 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.045 -7.171 -0.843 -0.034
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.340 -112.074 144.260 -1461.786 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7540 PRISMATIC com4 9192.933
3.3.1-3 0.034 -3.220 0.845 -0.003
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.340 -101.236 107.941 -1424.556 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7541 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.037 -3.529 -0.724 0.024
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.392 7.437 -40.556 -1128.792 PASSED
OD = 355.9998 ID = 304.9998 THI =
25.0000 D/T = 13.9608

TD7542 PRISMATIC com2 9192.932
3.3.1-3 0.034 -2.541 0.733 0.060
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.392 25.316 174.849 -1092.512 PASSED
OD = 355.9998 ID = 304.9998 THI =
25.0000 D/T = 13.9608

TD7545 PRISMATIC com7 9193.097
R3.3.1-4 0.387 138.289 0.793 0.262
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.341 -87.447 1482.220 -277.045 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7546 PRISMATIC com7 9193.020
3.3.1-4 0.407 -142.637 0.900 0.002
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.340 69.904 -218.307 -1962.228 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7547 PRISMATIC com7 9193.558
R3.3.1-3 0.042 3.610 0.912 -0.091
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.341 12.322 -422.192 -1784.684 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7548 PRISMATIC com7 9193.249
3.3.1-3 0.060 -11.777 0.873 -0.011
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.341 155.779 21.553 -1679.878 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7549 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.044 -7.000 -0.846 -0.006
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.340 57.333 -142.506 -1469.515 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7550 PRISMATIC com3 9192.897
3.3.1-3 0.033 -3.015 0.847 -0.041
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.340 29.507 -120.404 -1424.292 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7551 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.037 -3.528 -0.724 -0.024
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.392 -7.652 40.134 -1128.793 PASSED
OD = 355.9998 ID = 304.9998 THI =
25.0000 D/T = 13.9608

TD7552 PRISMATIC com3 9192.896
3.3.1-3 0.034 -2.701 0.716 -0.043
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.392 -1.688 -168.184 -1066.040 PASSED
OD = 355.9998 ID = 304.9998 THI =
25.0000 D/T = 13.9608

TD7643 PRISMATIC com1 0.000
3.3.1-3 0.076 -17.031 -0.362 -0.035
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.460 -85.765 333.885 -613.182 PASSED
OD = 355.9998 ID = 304.9998 THI =
25.0000 D/T = 13.9608

TD7644 PRISMATIC com5
10780.066 3.3.1-3 0.080 -18.185 0.361
0.037 MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.460 88.841 343.491 -611.373 PASSED
OD = 355.9998 ID = 304.9998 THI =
25.0000 D/T = 13.9608

TD7685 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.076 -11.748 -0.453 0.043
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.509 60.378 -124.722 -916.639 PASSED

OD = 323.9998 ID = 272.9998 THI =
25.5000 D/T = 12.7059

TD7686 PRISMATIC com5
10779.809 3.3.1-3 0.078 -13.789 0.324
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.509 24.332 -241.432 -652.946 PASSED
OD = 323.9998 ID = 272.9998 THI =
25.5000 D/T = 12.7059

TD7703 PRISMATIC com7 6499.997
3.3.1-3 0.162 -48.388 1.416 -0.023
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.282 289.036 6.280 -2761.325 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7704 PRISMATIC com7 6500.543
R3.3.1-3 0.198 49.692 -1.547 -0.206
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 748.937 -1281.004 10303.458
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7705 PRISMATIC com7 6500.810
R3.3.1-4 0.220 103.627 1.508 -0.175
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 79.847 -106.869 -4318.947 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7706 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.168 -50.823 -1.446 -0.043
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.282 -242.713 -18.608 -2768.710 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7707 PRISMATIC com7 0.000
R3.3.1-4 0.220 103.649 -1.507 0.174
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 -81.981 -104.975 -4317.556 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7708 PRISMATIC com7 0.000
R3.3.1-3 0.197 49.432 1.546 0.204
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 -749.976 -1270.058 10301.217
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7709 PRISMATIC com7 6499.997
R3.3.1-4 0.196 68.799 1.324 0.143
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.282 -531.951 516.481 -2346.945 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7710 PRISMATIC com7 6500.726
3.3.1-4 0.368 -193.057 1.497 0.514
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 -789.654 2172.710 -2811.411
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7711 PRISMATIC com7 0.000
R3.3.1-3 0.066 4.308 -2.098 0.148
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 326.543 -1057.253 -5370.255
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7712 PRISMATIC com7 0.000
R3.3.1-4 0.196 68.804 -1.324 -0.143
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.282 532.064 516.521 -2347.180 PASSED

OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7713 PRISMATIC com7 6500.719
R3.3.1-3 0.066 4.304 2.098 -0.149
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 -326.464 -1059.094 -5368.323
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7714 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-4 0.368 -193.104 -1.496 -0.516
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 789.304 2182.077 -2809.154
PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7715 PRISMATIC com8 0.000
R3.3.1-3 0.072 19.651 -1.076 0.016
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.282 19.234 73.686 -1435.380 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7716 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.050 -9.540 -1.635 -0.038
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 -208.404 211.371 -3153.547 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7717 PRISMATIC com5 6500.726
R3.3.1-3 0.036 1.717 1.625 0.012
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 -171.828 -446.682 -3064.058 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7718 PRISMATIC com7 6500.097
R3.3.1-3 0.072 19.716 1.079 -0.064
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.282 -12.411 -144.829 -1417.129 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7719 PRISMATIC com8 0.000
R3.3.1-3 0.037 0.752 -1.687 -0.029
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 206.780 -144.042 -3283.960 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7720 PRISMATIC com7 6500.762
3.3.1-3 0.050 -9.537 1.635 0.037
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 208.479 212.780 -3154.298 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7721 PRISMATIC com6 0.000
3.3.1-3 0.030 -2.580 -0.993 0.053
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.282 3.230 -105.940 -1217.432 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7722 PRISMATIC com7 0.000
R3.3.1-3 0.023 5.446 -1.112 0.009
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 13.828 -151.087 -1291.950 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7723 PRISMATIC com5 6500.726
R3.3.1-3 0.018 2.137 1.144 -0.010
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 -6.546 -371.661 -1278.469 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7724 PRISMATIC com8 6500.097
3.3.1-3 0.031 -2.659 0.994 -0.080
MM TON

APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.282 -2.963 -276.563 -1220.973 PASSED
OD = 355.9998 ID = 291.9998 THI =
32.0000 D/T = 11.1250

TD7725 PRISMATIC com1 0.000
R3.3.1-3 0.018 2.129 -1.143 0.008
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 5.926 -376.472 -1274.480 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7726 PRISMATIC com7 6500.762
R3.3.1-3 0.023 5.448 1.112 -0.009
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.190 -13.754 -149.491 -1291.912 PASSED
OD = 507.9997 ID = 456.9997 THI =
25.5000 D/T = 19.9216

TD7727 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.025 -1.244 -0.593 0.079
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.273 -0.941 -183.162 -674.423 PASSED
OD = 355.9998 ID = 316.9998 THI =
19.5000 D/T = 18.2564

TD7728 PRISMATIC com6 6500.712
R3.3.1-3 0.023 0.570 0.401 0.074
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.268 13.559 170.799 -453.685 PASSED
OD = 355.9998 ID = 329.9998 THI =
13.0000 D/T = 27.3846

TD7729 PRISMATIC com1 0.000
3.3.1-3 0.022 -0.468 -0.406 0.061
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.268 13.350 -92.014 -458.871 PASSED
OD = 355.9998 ID = 329.9998 THI =
13.0000 D/T = 27.3846

TD7730 PRISMATIC com8 6500.097
3.3.1-3 0.025 -1.375 0.596 -0.068
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.273 1.572 -211.708 -677.145 PASSED
OD = 355.9998 ID = 316.9998 THI =
19.5000 D/T = 18.2564

TD7731 PRISMATIC com5 6500.726
3.3.1-3 0.022 -0.469 0.406 -0.061
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.268 -13.300 -91.330 -459.073 PASSED
OD = 355.9998 ID = 329.9998 THI =
13.0000 D/T = 27.3846

TD7732 PRISMATIC com8 0.000
R3.3.1-3 0.024 0.632 -0.402 -0.076
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.268 -12.778 205.550 -454.553 PASSED
OD = 355.9998 ID = 329.9998 THI =
13.0000 D/T = 27.3846

TD7735 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.053 -56.037 9.035 -9.363
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.074 -766.049 34681.590 43436.875
PASSED
OD = 1299.9993 ID = 1179.9993 THI =
60.0000 D/T = 21.6667

TD7736 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.030 -33.895 -2.402 2.947
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.074 -563.159 -24544.230 -17453.049
PASSED
OD = 1299.9993 ID = 1179.9993 THI =
60.0000 D/T = 21.6667

TD7737 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.008 -14.124 -0.876 0.294
MM TON

APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.074 -255.511 -2925.168 -4787.109
PASSED
OD = 1299.999 ID = 1179.999 THI =
60.0000 D/T = 21.6667

TD7740 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.053 -56.037 -9.035 -9.361
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.074 786.561 34666.812 -43436.125
PASSED
OD = 1299.999 ID = 1179.999 THI =
60.0000 D/T = 21.6667

TD7741 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.030 -33.895 2.402 2.948
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.074 573.343 -24550.596 17458.807
PASSED
OD = 1299.999 ID = 1179.999 THI =
60.0000 D/T = 21.6667

TD7742 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.008 -14.130 0.856 0.305
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.074 417.257 -2811.680 5093.101
PASSED
OD = 1299.999 ID = 1179.999 THI =
60.0000 D/T = 21.6667

TD7745 PRISMATIC com8 9192.383
3.3.1-3 0.076 -4.709 0.343 -0.141
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.418 111.550 -652.031 -584.471 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7746 PRISMATIC com6 0.000
3.3.1-3 0.068 -3.622 -0.343 0.134
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.418 -87.047 -639.075 -576.768 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7747 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.063 -3.551 -0.391 0.031
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.418 23.637 -72.098 -764.471 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7748 PRISMATIC com5 9193.231
3.3.1-3 0.061 -3.560 0.378 -0.012
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.418 22.868 -88.297 -725.165 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7749 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.046 -3.080 -0.339 0.020
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.418 -6.221 14.802 -494.735 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7750 PRISMATIC com4 9192.455
3.3.1-3 0.046 -3.010 0.339 0.033
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.418 20.924 80.515 -499.321 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7751 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.041 -2.218 -0.338 0.028
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.418 6.830 -40.872 -512.055 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7752 PRISMATIC com4 9192.454
3.3.1-3 0.041 -2.180 0.339 0.031
MM TON

APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.418 11.226 55.380 -518.208 PASSED
OD = 323.9998 ID = 297.9998 THI =
13.0000 D/T = 24.9231

TD7754 PRISMATIC com7 6499.997
3.3.1-3 0.083 -48.159 4.974E-04 5.366
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.095 5.483 22507.846 7.982 PASSED
OD = 999.9995 ID = 939.9994 THI =
30.0000 D/T = 33.3333

TD7755 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.041 -26.091 0.001 -0.673
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.095 2.561 10499.275 8.053 PASSED
OD = 999.9995 ID = 939.9994 THI =
30.0000 D/T = 33.3333

TD7756 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.022 -17.035 1.280E-04 -0.646
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.095 0.845 4670.308 0.482 PASSED
OD = 999.9995 ID = 939.9994 THI =
30.0000 D/T = 33.3333

TD7757 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.010 -5.953 -6.184E-05 0.431
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.095 0.102 -2474.599 -0.397 PASSED
OD = 999.9995 ID = 939.9994 THI =
30.0000 D/T = 33.3333

TD7760 PRISMATIC com7 9192.897
R3.3.1-4 0.386 138.196 0.793 -0.262
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.340 87.060 -1481.662 -276.874 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7761 PRISMATIC com7 9192.971
3.3.1-4 0.407 -142.554 0.900 -0.002
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.340 -69.767 217.014 -1962.224 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7762 PRISMATIC com7 9193.652
R3.3.1-3 0.042 3.600 0.912 0.091
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.341 -12.318 421.838 -1784.149 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7763 PRISMATIC com7 9193.489
3.3.1-3 0.060 -11.765 0.873 0.011
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.341 -155.749 -21.847 -1679.776 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7764 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.044 -6.999 -0.846 0.006
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.340 -57.265 142.418 -1469.419 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7765 PRISMATIC com3 9192.900
3.3.1-3 0.033 -3.017 0.847 0.041
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.340 -29.390 120.099 -1423.958 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7766 PRISMATIC com6 0.000
3.3.1-3 0.038 -3.335 -0.742 0.053
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.392 11.403 -131.430 -1155.895 PASSED
OD = 355.9998 ID = 304.9998 THI =
25.5000 D/T = 13.9608

TD7767 PRISMATIC com3 9192.898
3.3.1-3 0.034 -2.702 0.716 0.043
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.392 1.717 167.990 -1066.053 PASSED
OD = 355.9998 ID = 304.9998 THI =
25.5000 D/T = 13.9608

TD7770 PRISMATIC com7 9192.955
R3.3.1-4 0.387 138.222 0.793 0.261
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.340 -86.469 1481.079 -277.450 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7771 PRISMATIC com7 9192.824
3.3.1-4 0.407 -142.585 0.900 0.002
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.340 69.966 -219.501 -1962.658 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7772 PRISMATIC com7 9193.924
R3.3.1-3 0.042 3.597 0.912 -0.091
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.341 13.107 -421.968 -1784.210 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7773 PRISMATIC com7 9193.489
3.3.1-3 0.060 -11.763 0.873 -0.011
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.341 155.776 20.368 -1680.081 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7774 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.044 -7.001 -0.846 -0.006
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.340 57.866 -141.168 -1469.488 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7775 PRISMATIC com2 9192.900
3.3.1-3 0.034 -3.101 0.846 0.006
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.340 79.855 -61.440 -1432.149 PASSED
OD = 405.9998 ID = 355.9998 THI =
25.0000 D/T = 16.2400

TD7776 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.038 -3.387 -0.742 -0.056
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.392 9.251 165.358 -1157.224 PASSED
OD = 355.9998 ID = 304.9998 THI =
25.5000 D/T = 13.9608

TD7777 PRISMATIC com4 9192.898
3.3.1-3 0.034 -2.567 0.733 -0.060
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.392 -24.841 -177.341 -1092.892 PASSED
OD = 355.9998 ID = 304.9998 THI =
25.5000 D/T = 13.9608

TD7778 PRISMATIC com8 0.000
3.3.1-3 0.022 -0.489 -0.408 0.010
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.268 6.056 65.679 -463.745 PASSED
OD = 355.9998 ID = 329.9998 THI =
13.0000 D/T = 27.3846

TD7779 PRISMATIC com4 6500.721
3.3.1-3 0.022 -0.368 0.402 -0.087
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.268 -15.505 -164.320 -452.141 PASSED
OD = 355.9998 ID = 329.9998 THI =
13.0000 D/T = 27.3846

TD7780 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.010 -5.953 5.122E-05 0.431
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.ID C
0.095 -0.103 -2474.990 0.320 PASSED

OD = 999.9995 ID = 879.9995 THI =
60.0000 D/T = 16.6667

TD-127 PRISMATIC com7 0.000
3.3.1-3 0.222 -60.103 18.381 -175.634
MM TON
APIWSD20 PIPE 3.3.1D C
0.011 4035.496 162646.516 -31696.971

PASSED
OD = 999.9995 ID = 879.9995 THI =
60.0000 D/T = 16.6667

** 7805 WBEAM9 com3 1499.997
H1-2 COM 1.149 -267.194 -434.112 -
7.669 MM TON
ASD9 W44x285 B7
COMP 0.122 -11.973 -5784.348
496777.156 FAILED

** 7806 WBEAM9 com4 1499.997
H2-1 TEN 1.280 223.199 -532.477
12.644 MM TON
ASD9 W44x285 B7 TEN
0.081 -18.216 9891.503 523720.781
FAILED

** 7807 WBEAM9 com4 1499.997
H1-2 COM 1.196 -261.428 -454.548
8.900 MM TON
ASD9 W44x285 B7
COMP 0.122 4.835 6935.127
510624.469 FAILED

** 7808 WBEAM9 com3 1499.997
H2-1 TEN 1.237 236.537 -568.711 -
6.358 MM TON
ASD9 W44x285 B7 TEN
0.081 6.357 -4847.837 560812.312 FAILED

** 7817 WBEAM9 com4 1499.997
H1-2 COM 1.198 -256.018 -427.860 -
11.703 MM TON
ASD9 W44x285 B7
COMP 0.122 -13.254 -9120.012
484555.812 FAILED

** 7818 WBEAM9 com3 1499.997
H2-1 TEN 1.237 236.311 -568.835
6.338 MM TON
ASD9 W44x285 B7 TEN
0.081 -6.344 4830.801 560876.438 FAILED

** 7819 WBEAM9 com3 1499.997
H1-2 COM 1.148 -267.059 -434.116
7.657 MM TON
ASD9 W44x285 B7
COMP 0.122 11.974 5775.328
496716.406 FAILED

** 7820 WBEAM9 com4 1499.997
H2-1 TEN 1.276 210.601 -594.987 -
6.796 MM TON
ASD9 W44x285 B7 TEN
0.081 5.534 -6094.351 578265.688 FAILED

** 7829 WBEAM9 com8 0.000
H1-2 COM 1.197 -261.364 454.623
8.928 MM TON
ASD9 W44x285 B7
COMP 0.122 4.809 -6960.621
510651.469 FAILED

** 7830 WBEAM9 com6 0.000
H1-2 COM 1.158 -254.119 456.296 -
7.385 MM TON
ASD9 W44x285 B7
COMP 0.122 -6.442 5607.189
509243.031 FAILED

** 7831 WBEAM9 com7 0.000
H2-1 TEN 1.235 235.670 568.780 -
6.292 MM TON
ASD9 W44x285 B7 TEN
0.081 6.384 4801.235 560693.125 FAILED

** 7832 WBEAM9 com8 0.000
H2-1 TEN 1.281 223.291 532.387
12.682 MM TON
ASD9 W44x285 B7 TEN
0.081 -18.193 -9923.942 523659.469
FAILED

** 7841 WBEAM9 com7 0.000
H1-2 COM 1.148 -266.990 434.030
7.663 MM TON
ASD9 W44x285 B7
COMP 0.122 11.967 -5775.478
496597.625 FAILED

** 7842 WBEAM9 com8 0.000
H1-2 COM 1.199 -256.166 428.026 -
11.716 MM TON

ASD9 W44x285 B7
COMP 0.122 -13.231 9129.692
484764.375 FAILED

** 7843 WBEAM9 com8 0.000
H2-1 TEN 1.277 210.735 594.785 -
6.840 MM TON
ASD9 W44x285 B7 TEN
0.081 5.623 6128.081 578101.938 FAILED

** 7844 WBEAM9 com7 0.000
H2-1 TEN 1.236 235.922 568.941
6.278 MM TON
ASD9 W44x285 B7 TEN
0.081 -6.309 -4791.698 560903.375 FAILED

* END OF TRACE OUTPUT *

**** INFO_STTECC -- The following members
FAILED CODE CHECKS
7805 7806 7807 7808
7817 7818 7819 7820 7829 7830
7843 7844

**** INFO_STTECC -- The above failed
member names for the CODE CHECKS
are stored permanently in a group
named FAILCK1

**** INFO_STTECC -- Also, the group name
FAILCK has been updated to contain the
FAILED CODE CHECKS member
names for this CHECK command.

{ 45 } > SAVE -
(46) > 'D:\Mahasiswa\Adigep\ADIGEP-
TA\STRUDL\OPR\RUNNING WSD\OUTPUT
WSD\RUN-8 ARAH.gts'
DAM-i-filserve, Sub-system 28.0 saved in file
D:\Mahasiswa\Adigep\ADIGEP-
TA\STRUDL\OPR\RUNNING WSD\OUTPUT
WSD\RUN-8 ARAH.gts.
{ 47 } > FINISH

OFF DIAGONALS: MAXIMUM = 0.1891E-11
MINIMUM = 0.2314E-13
MEAN = 0.3928E-12

DIAGONALS: MAXIMUM = 0.1727E+03
MINIMUM = 0.3725E+01
MEAN = 0.1151E+03

OUTPUT RESPON TEGANGAN DARI SOFTWARE GT SELOS

MM TON DEG DEGF SEC

INPUT MODE: ADDITIONS SCAN MODE INITIATED: NO

CURRENT STRUCTURAL TYPE: RIGID SOLID

	JOINTS	MEMBERS	ELEMENTS	SUPERELEMENTS
ACTIVE	405	933	0	0
INACTIVE	0	0	0	0

RIGID BODIES 1
JOINT TIES 0

	LOADS: INDEPENDENT	DEPENDENT
ACTIVE	3	0
INACTIVE	0	0

{ 6 } > OPEN USERDATA FILE 'D:\GTS AX\WPAX'

Opening specified User dataset D:\GTS AX\WPAX

{ 7 } > READ WAVE LOADS FOR FATIGUE FROM FILE 'JUMATO.LDS' ALL

**** INFO_RWLOIL -- THE FOLLOWING INDEPENDENT LOADS HAVE BEEN FOUND:

S1.00001 S1.00002 S1.00003 S1.00004 S1.00005
S1.00006 S1.00007 S1.00008 S1.00009 S2.00010
S2.00011 S2.00012 S2.00013 S2.00014 S2.00015
S2.00016 S2.00017 S2.00018 S3.00019 S3.00020
S3.00021 S3.00022 S3.00023 S3.00024 S3.00025
S3.00026 S3.00027 S3.00028 S4.00029 S4.00030
S4.00031 S4.00032 S4.00033 S4.00034 S4.00035
S4.00036 S4.00037 S4.00038 S5.00039 S5.00040
S5.00041 S5.00042 S5.00043 S5.00044 S5.00045
S5.00046 S5.00047 S5.00048 S5.00049 S6.00050
S6.00051 S6.00052 S6.00053 S6.00054 S6.00055
S6.00056 S6.00057 S6.00058 S6.00059 S6.00060
S6.00061 S7.00062 S7.00063 S7.00064 S7.00065
S7.00066 S7.00067 S7.00068 S7.00069 S7.00070
S7.00071 S7.00072 S7.00073 S8.00074 S8.00075
S8.00076 S8.00077 S8.00078 S8.00079 S8.00080
S8.00081 S8.00082 S8.00083 S8.00084 S8.00085
S8.00086 S9.00087 S9.00088 S9.00089 S9.00090
S9.00091 S9.00092 S9.00093 S9.00094 S9.00095
S9.00096 S9.00097 S9.00098 S9.00099 S9.00100
S10.0101 S10.0102 S10.0103 S10.0104 S10.0105
S10.0106 S10.0107 S10.0108 S10.0109 S10.0110
S10.0111 S10.0112 S10.0113 S10.0114 S10.0115
S11.0116 S11.0117 S11.0118 S11.0119 S11.0120
S11.0121 S11.0122 S11.0123 S11.0124 S11.0125
S11.0126 S11.0127 S11.0128 S11.0129 S12.0130
S12.0131 S12.0132 S12.0133 S12.0134 S12.0135
S12.0136 S12.0137 S12.0138 S12.0139 S12.0140
S12.0141 S12.0142 S12.0143 S12.0144 S12.0145
S13.0146 S13.0147 S13.0148 S13.0149 S13.0150
S13.0151 S13.0152 S13.0153 S13.0154 S13.0155
S13.0156 S13.0157 S13.0158 S13.0159 S13.0160
S13.0161 S14.0162 S14.0163 S14.0164 S14.0165
S14.0166 S14.0167 S14.0168 S14.0169 S14.0170

S14.0171 S14.0172 S14.0173 S14.0174 S14.0175
S14.0176 S14.0177 S14.0178 S15.0179 S15.0180
S15.0181 S15.0182 S15.0183 S15.0184 S15.0185
S15.0186 S15.0187 S15.0188 S15.0189 S15.0190
S15.0191 S15.0192 S15.0193 S15.0194 S15.0195
S15.0196 S16.0197 S16.0198 S16.0199 S16.0200
S16.0201 S16.0202 S16.0203 S16.0204 S16.0205
S16.0206 S16.0207 S16.0208 S16.0209 S16.0210
S16.0211 S16.0212 S16.0213 S16.0214 S17.0215
S17.0216 S17.0217 S17.0218 S17.0219 S17.0220
S17.0221 S17.0222 S17.0223 S17.0224 S17.0225
S17.0226 S17.0227 S17.0228 S17.0229 S17.0230
S17.0231 S17.0232 S17.0233 S18.0234 S18.0235
S18.0236 S18.0237 S18.0238 S18.0239 S18.0240
S18.0241 S18.0242 S18.0243 S18.0244 S18.0245
S18.0246 S18.0247 S18.0248 S18.0249 S18.0250
S18.0251 S18.0252 S18.0253 S19.0254 S19.0255
S19.0256 S19.0257 S19.0258 S19.0259 S19.0260
S19.0261 S19.0262 S19.0263 S19.0264 S19.0265
S19.0266 S19.0267 S19.0268 S19.0269 S19.0270
S19.0271 S19.0272 S19.0273 S20.0274 S20.0275
S20.0276 S20.0277 S20.0278 S20.0279 S20.0280
S20.0281 S20.0282 S20.0283 S20.0284 S20.0285
S20.0286 S20.0287 S20.0288 S20.0289 S20.0290
S20.0291 S20.0292 S20.0293 S20.0294 S21.0295
S21.0296 S21.0297 S21.0298 S21.0299 S21.0300
S21.0301 S21.0302 S21.0303 S21.0304 S21.0305
S21.0306 S21.0307 S21.0308 S21.0309 S21.0310
S21.0311 S21.0312 S21.0313 S21.0314 S21.0315
S21.0316

**** INFO_RWLOIL -- TIME TO READ WAVELOADS FILE = 3164.90 SECONDS

{ 8 } > PRINT FATIGUE WAVE PASSAGE DEFS

1

RESULTS OF LATEST ANALYSIS

PROBLEM - TITLE - NONE GIVEN

ACTIVE UNITS MM TON DEG DEGF SEC

-----/
WAVE PASSAGE DEFINITIONS, DIRECTION = 22.50
-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 4.100 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S1.00001 S1.00002 S1.00003 S1.00004 S1.00005

S1.00006 S1.00007 S1.00008 S1.00009

FRACTIONS OF

PERIOD: -0.500000 -0.378049 -0.256098 -0.134146 -0.012195
0.109756 0.231707 0.353659 0.475610

-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 4.400 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S2.00010 S2.00011 S2.00012 S2.00013 S2.00014

S2.00015 S2.00016 S2.00017 S2.00018

FRACTIONS OF

PERIOD: -0.500000 -0.386364 -0.272727 -0.159091 -0.045455
0.068182 0.181818 0.295455 0.409091

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 4.600 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S3.00019 S3.00020 S3.00021 S3.00022 S3.00023

S3.00024 S3.00025 S3.00026 S3.00027 S3.00028

FRACTIONS OF

PERIOD: -0.500000 -0.391304 -0.282609 -0.173913 -0.065217
0.043478 0.152174 0.260870 0.369565 0.478261

/-----/

HEIGHT = 1749.996 PERIOD = 4.900 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S4.00029 S4.00030 S4.00031 S4.00032 S4.00033

S4.00034 S4.00035 S4.00036 S4.00037 S4.00038

FRACTIONS OF

PERIOD: -0.500000 -0.397959 -0.295918 -0.193878 -0.091837
0.010204 0.112245 0.214286 0.316327 0.418367

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 5.300 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S5.00039 S5.00040 S5.00041 S5.00042 S5.00043

S5.00044 S5.00045 S5.00046 S5.00047 S5.00048
S5.00049

FRACTIONS OF

PERIOD: -0.500000 -0.405660 -0.311321 -0.216981 -0.122642
-0.028302 0.066038 0.160377 0.254717 0.349057
0.443396

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 5.600 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S6.00050 S6.00051 S6.00052 S6.00053 S6.00054

S6.00055 S6.00056 S6.00057 S6.00058 S6.00059
S6.00060 S6.00061

FRACTIONS OF

PERIOD: -0.500000 -0.410714 -0.321429 -0.232143 -0.142857
-0.053571 0.035714 0.125000 0.214286 0.303571
0.392857 0.482143

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 5.900 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S7.00062 S7.00063 S7.00064 S7.00065 S7.00066

S7.00067 S7.00068 S7.00069 S7.00070 S7.00071
S7.00072 S7.00073

FRACTIONS OF

PERIOD: -0.505085 -0.420339 -0.335593 -0.250847 -0.166102
-0.081356 0.003390 0.088136 0.172881 0.257627
0.342373 0.427119

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 6.200 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S8.00074 S8.00075 S8.00076 S8.00077 S8.00078

S8.00079 S8.00080 S8.00081 S8.00082 S8.00083
S8.00084 S8.00085 S8.00086

FRACTIONS OF

PERIOD: -0.500000 -0.419355 -0.338710 -0.258065 -0.177419
-0.096774 -0.016129 0.064516 0.145161 0.225806
0.306452 0.387097 0.467742

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 6.500 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S9.00087 S9.00088 S9.00089 S9.00090 S9.00091

S9.00092 S9.00093 S9.00094 S9.00095 S9.00096
S9.00097 S9.00098 S9.00099 S9.00100

FRACTIONS OF

PERIOD: -0.500000 -0.423077 -0.346154 -0.269231 -0.192308
-0.115385 -0.038462 0.038462 0.115385 0.192308
0.269231 0.346154 0.423077 0.500000

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 6.800 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S10.0101 S10.0102 S10.0103 S10.0104 S10.0105

S10.0106 S10.0107 S10.0108 S10.0109 S10.0110
S10.0111 S10.0112 S10.0113 S10.0114

FRACTIONS OF

PERIOD: -0.500000 -0.426471 -0.352941 -0.279412 -0.205882
-0.132353 -0.058824 0.014706 0.088235 0.161765
0.235294 0.308823 0.382353 0.455882

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 7.100 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S11.0115 S11.0116 S11.0117 S11.0118 S11.0119

S11.0120 S11.0121 S11.0122 S11.0123 S11.0124
S11.0125 S11.0126 S11.0127 S11.0128 S11.0129

FRACTIONS OF

PERIOD: -0.500000 -0.429577 -0.359155 -0.288732 -0.218310
-0.147887 -0.077465 -0.007042 0.063380 0.133803
0.204225 0.274648 0.345070 0.415493 0.485916

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 7.500 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S12.0130 S12.0131 S12.0132 S12.0133 S12.0134

S12.0135 S12.0136 S12.0137 S12.0138 S12.0139
S12.0140 S12.0141 S12.0142 S12.0143 S12.0144
S12.0145

FRACTIONS OF

PERIOD: -0.500000 -0.433333 -0.366667 -0.300000 -0.233333
-0.166667 -0.100000 -0.033333 0.033333 0.100000
0.166667 0.233333 0.300000 0.366667 0.433333
0.500000

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 7.800 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S13.0146 S13.0147 S13.0148 S13.0149 S13.0150

S13.0151 S13.0152 S13.0153 S13.0154 S13.0155
S13.0156 S13.0157 S13.0158 S13.0159 S13.0160
S13.0161

FRACTIONS OF

PERIOD: -0.500000 -0.435897 -0.371795 -0.307692 -0.243590
-0.179487 -0.115385 -0.051282 0.012820 0.076923
0.141026 0.205128 0.269231 0.333333 0.397436
0.461538

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 8.200 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S14.0162 S14.0163 S14.0164 S14.0165 S14.0166

S14.0167 S14.0168 S14.0169 S14.0170 S14.0171

S14.0172 S14.0173 S14.0174 S14.0175 S14.0176
S14.0177 S14.0178
FRACTIONS OF
PERIOD: -0.500000 -0.439024 -0.378049 -0.317073 -0.256098
-0.195122 -0.134146 -0.073171 -0.012195 0.048781
0.109756 0.170732 0.231707 0.292683 0.353659
0.414634 0.475610

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 8.600 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S15.0179 S15.0180 S15.0181 S15.0182 S15.0183

S15.0184 S15.0185 S15.0186 S15.0187 S15.0188
S15.0189 S15.0190 S15.0191 S15.0192 S15.0193
S15.0194 S15.0195 S15.0196
FRACTIONS OF
PERIOD: -0.500000 -0.441860 -0.383721 -0.325581 -0.267442
-0.209302 -0.151163 -0.093023 -0.034884 0.023256
0.081395 0.139535 0.197674 0.255814 0.313953
0.372093 0.430233 0.488372

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 8.900 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S16.0197 S16.0198 S16.0199 S16.0200 S16.0201

S16.0202 S16.0203 S16.0204 S16.0205 S16.0206
S16.0207 S16.0208 S16.0209 S16.0210 S16.0211
S16.0212 S16.0213 S16.0214
FRACTIONS OF
PERIOD: -0.500000 -0.443820 -0.387640 -0.331461 -0.275281
-0.219101 -0.162921 -0.106742 -0.050562 0.005618
0.061798 0.117978 0.174157 0.230337 0.286517
0.342697 0.398876 0.455056

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 9.200 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S17.0215 S17.0216 S17.0217 S17.0218 S17.0219

S17.0220 S17.0221 S17.0222 S17.0223 S17.0224
S17.0225 S17.0226 S17.0227 S17.0228 S17.0229
S17.0230 S17.0231 S17.0232 S17.0233
FRACTIONS OF
PERIOD: -0.500000 -0.445652 -0.391304 -0.336957 -0.282609
-0.228261 -0.173913 -0.119565 -0.065217 -0.010870
0.043478 0.097826 0.152174 0.206522 0.260870
0.315217 0.369565 0.423913 0.478261

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 9.500 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S18.0234 S18.0235 S18.0236 S18.0237 S18.0238

S18.0239 S18.0240 S18.0241 S18.0242 S18.0243
S18.0244 S18.0245 S18.0246 S18.0247 S18.0248
S18.0249 S18.0250 S18.0251 S18.0252 S18.0253
FRACTIONS OF

UNITS KIPS INCHES

{ 12 } > STORE S/N DATA YIELD STRESS 60.0
{ 13 } > 60.0 3977.0 50.0 8837.0 40.0 23485.0 30.0 82.8E3 -
{ 14 } > .20.0 4.89E5 10.0 10.182E6 5.07 1.995E8 5.00 1.0E9
{ 15 } > END S/N DATA

{ 16 } > UNITS DEGREES

{ 17 } > FATIGUE MEMBER DATA PIPE EQUAL 45.0 -

{ 18 } > SCF VAR EQUATIONS KUANG SMEDLEY MIN SCF 1.6

{ 19 } > 'TD7172' 'TD7192' 'TD7400' 'TD7420' 'TD7622' -

{ 20 } > 'TD7642' 'TD6959' 'TD6960' 'TD7181' 'TD7182' -

{ 21 } > 'TD7409' 'TD7410' 'TD7631' 'TD7632' 'TD6949' -

{ 22 } > 'TD6969' 'TD7171' 'TD7191' 'TD7399' 'TD7419' -

{ 23 } > 'TD7621' 'TD7641' 'TD6950' 'TD6970' 'TD7027' -

{ 24 } > 'TD7028' 'TD7029' 'TD7030' 'TD7249' 'TD7250' -

{ 25 } > 'TD7251' 'TD7477' 'TD7478' 'TD7479' 'TD7480' -

{ 26 } > 'TD7699' 'TD7700' 'TD7701' 'TD7702' 'TD7025' -

{ 27 } > 'TD7026' 'TD7247' 'TD7248' 'TD7475' 'TD7476' -

PERIOD: -0.500000 -0.447368 -0.394737 -0.342105 -0.289474
-0.236842 -0.184211 -0.131579 -0.078947 -0.026316
0.026316 0.078947 0.131579 0.184211 0.236842
0.289474 0.342105 0.394737 0.447368 0.500000

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 9.800 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S19.0254 S19.0255 S19.0256 S19.0257 S19.0258

S19.0259 S19.0260 S19.0261 S19.0262 S19.0263
S19.0264 S19.0265 S19.0266 S19.0267 S19.0268
S19.0269 S19.0270 S19.0271 S19.0272 S19.0273

FRACTIONS OF
PERIOD: 0.500000 -0.448980 -0.397959 -0.346939 -0.295918
-0.244898 -0.193878 -0.142857 -0.091837 -0.040816
0.010204 0.061224 0.112245 0.163265 0.214286
0.265306 0.316327 0.367347 0.418367 0.469388

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 10.200 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S20.0274 S20.0275 S20.0276 S20.0277 S20.0278

S20.0279 S20.0280 S20.0281 S20.0282 S20.0283
S20.0284 S20.0285 S20.0286 S20.0287 S20.0288
S20.0289 S20.0290 S20.0291 S20.0292 S20.0293
S20.0294

FRACTIONS OF
PERIOD: -0.500000 -0.450980 -0.401961 -0.352941 -0.303922
-0.254902 -0.205882 -0.156863 -0.107843 -0.058824
-0.009804 0.039216 0.088235 0.137255 0.186275
0.235294 0.284314 0.333333 0.382353 0.431373
0.480392

/-----/

HEIGHT = 999.998 PERIOD = 10.600 OCCURRENCES = 1000

LOAD IDENTIFIERS: S21.0295 S21.0296 S21.0297 S21.0298 S21.0299

S21.0300 S21.0301 S21.0302 S21.0303 S21.0304
S21.0305 S21.0306 S21.0307 S21.0308 S21.0309
S21.0310 S21.0311 S21.0312 S21.0313 S21.0314
S21.0315 S21.0316

FRACTIONS OF
PERIOD: -0.500000 -0.452830 -0.405660 -0.358491 -0.311321
-0.264151 -0.216981 -0.169811 -0.122642 -0.075472
-0.028302 0.018868 0.066038 0.113208 0.160377
0.207547 0.254717 0.301887 0.349057 0.396226
0.443396 0.490566

{ 9 } > STATUS SUPPORT -
{ 10 } > 'D7825' 'D7826' 'D7633' 'D7572' -
{ 11 } > 'D7631' 'D7730' 'D7729' 'D7674' -
{ 12 } > 'D7535' 'D7476' 'D7537' 'D7770'

{ 13 } > MATERIAL STEEL
{ 14 } > ASSEMBLE FOR STATICS

```

{ 28} > 'TD7697' 'TD7698' 'TD6931' 'TD6932' 'TD6933' -
{ 29} > 'TD6934' 'TD7153' 'TD7154' 'TD7155' 'TD7156' -
{ 30} > 'TD7381' 'TD7382' 'TD7383' 'TD7384' 'TD7603' -
{ 31} > 'TD7604' 'TD7605' 'TD7606' 'TD6929' 'TD6930' -
{ 32} > 'TD7151' 'TD7152' 'TD7379' 'TD7380' 'TD7601' -
{ 33} > 'TD7602' 'TD7252'

{ 34} > UNITS INCHES
{ 35} > CHORD FOR FATIGUE ANALYSIS AUTOMATIC APIWSD20 CLASSIFICATION -
{ 36} > JOINTS 'D7523' 'D7525' 'D7527' 'D7619' 'D7621' -
{ 37} > 'D7623' 'D7717' 'D7719' 'D7721' 'D7813' -
{ 38} > 'D7815' 'D7817' LOADS ALL LIST CHORD
{ 39} > OVERLAP 2.0 IMMEDIATE
      UNITS KILOGRAM METER
{ 41} > COMPUTE FATIGUE STRESSES

```

Arah 0 derajat

LIST FATIGUE STRESSES

```

*****
*RESULTS OF LATEST ANALYSIS*
*****

```

```

PROBLEM - TITLE - NONE GIVEN
ACTIVE UNITS M KG DEG DEGF SEC

```

STRESSES RESULTING FROM WAVE PASSAGE LOADINGS

MEMBER TD6929 POINT 1 DIRECTION 22.50

WAVE HEIGHT	WAVE PERIOD	START STRESS(***VARIABLE SCFS***)		END STRESS(***VARIABLE SCFS***)	
		STEADY	AMPLITUDE	STEADY	AMPLITUDE
1.00	10.60	*****	113897.28	0.00	0.00
1.00	10.20	*****	122685.66	0.00	0.00
1.00	9.80	*****	132924.11	0.00	0.00
1.00	9.50	*****	140218.45	0.00	0.00
1.00	9.20	*****	146414.25	0.00	0.00
1.00	8.90	*****	151116.03	0.00	0.00
1.00	8.60	*****	156916.36	0.00	0.00
1.00	8.20	*****	162277.27	0.00	0.00
1.00	7.80	*****	159596.81	0.00	0.00
1.00	7.50	*****	157355.78	0.00	0.00
1.00	7.10	*****	145052.06	0.00	0.00
1.00	6.80	*****	130770.95	0.00	0.00
1.00	6.50	*****	114468.52	0.00	0.00
1.00	6.20	*****	101373.85	0.00	0.00
1.00	5.90	*****	100626.84	0.00	0.00
1.00	5.60	*****	113853.34	0.00	0.00
1.00	5.30	*****	128705.69	0.00	0.00
1.75	4.90	*****	220456.28	0.00	0.00
1.00	4.60	*****	88542.84	0.00	0.00
1.00	4.40	*****	91399.05	0.00	0.00
1.00	4.10	*****	103966.42	0.00	0.00

Arah 45 derajat

MEMBER TD6929 POINT 1 DIRECTION 67.50

WAVE HEIGHT	WAVE PERIOD	START STRESS(***VARIABLE SCFS***)		END STRESS(***VARIABLE SCFS***)	
		STEADY	AMPLITUDE	STEADY	AMPLITUDE
1.00	10.60	*****	99352.53	0.00	0.00
1.00	10.20	*****	106471.11	0.00	0.00
1.00	9.80	*****	110118.28	0.00	0.00
1.00	9.50	*****	115083.71	0.00	0.00
1.00	9.20	*****	118950.59	0.00	0.00
1.00	8.90	*****	120005.20	0.00	0.00
1.00	8.60	*****	121806.81	0.00	0.00
1.00	8.20	*****	120444.62	0.00	0.00
1.00	7.80	*****	115259.48	0.00	0.00
1.00	7.50	*****	105855.92	0.00	0.00

1.00	7.10	*****	88630.72	0.00	0.00
1.00	6.80	*****	68988.71	0.00	0.00
1.00	6.50	*****	48336.04	0.00	0.00
1.00	6.20	*****	43853.97	0.00	0.00
1.00	5.90	*****	63935.39	0.00	0.00
1.00	5.60	*****	95749.30	0.00	0.00
1.00	5.30	*****	120049.14	0.00	0.00
1.75	4.90	*****	222785.19	0.00	0.00
1.00	4.60	*****	95265.94	0.00	0.00
1.00	4.40	*****	90871.75	0.00	0.00
1.00	4.10	*****	100099.54	0.00	0.00

Arah 90 derajat

MEMBER TD6929 POINT 1 DIRECTION 112.50

WAVE HEIGHT	WAVE PERIOD	START STRESS(***VARIABLE SCFS***)		END STRESS(***VARIABLE SCFS***)	
-----	-----	STEADY	AMPLITUDE	STEADY	AMPLITUDE
1.00	10.60	0.00	0.00	*****	97419.09
1.00	10.20	0.00	0.00	*****	103351.23
1.00	9.80	0.00	0.00	*****	108053.02
1.00	9.50	0.00	0.00	*****	112754.80
1.00	9.20	0.00	0.00	*****	115039.77
1.00	8.90	0.00	0.00	*****	117983.88
1.00	8.60	0.00	0.00	*****	118818.77
1.00	8.20	0.00	0.00	*****	117148.98
1.00	7.80	0.00	0.00	*****	110733.47
1.00	7.50	0.00	0.00	*****	101505.68
1.00	7.10	0.00	0.00	*****	84324.41
1.00	6.80	0.00	0.00	*****	65429.42
1.00	6.50	0.00	0.00	*****	46007.12
1.00	6.20	0.00	0.00	*****	39723.43
1.00	5.90	0.00	0.00	*****	60903.41
1.00	5.60	0.00	0.00	*****	90959.63
1.00	5.30	0.00	0.00	*****	112491.14
1.75	4.90	0.00	0.00	*****	205559.98
1.00	4.60	0.00	0.00	*****	90080.80
1.00	4.40	0.00	0.00	*****	85510.84
1.00	4.10	0.00	0.00	*****	93068.84

Arah 135 derajat

MEMBER TD6929 POINT 1 DIRECTION 157.50

WAVE HEIGHT	WAVE PERIOD	START STRESS(***VARIABLE SCFS***)		END STRESS(***VARIABLE SCFS***)	
-----	-----	STEADY	AMPLITUDE	STEADY	AMPLITUDE
1.00	10.60	0.00	0.00	*****	51763.50
1.00	10.20	0.00	0.00	*****	55894.04
1.00	9.80	0.00	0.00	*****	59760.92
1.00	9.50	0.00	0.00	*****	63408.09
1.00	9.20	0.00	0.00	*****	66571.91
1.00	8.90	0.00	0.00	*****	70834.27
1.00	8.60	0.00	0.00	*****	75404.22
1.00	8.20	0.00	0.00	*****	80193.88
1.00	7.80	0.00	0.00	*****	87356.41
1.00	7.50	0.00	0.00	*****	91267.23
1.00	7.10	0.00	0.00	*****	96144.77
1.00	6.80	0.00	0.00	*****	99791.95
1.00	6.50	0.00	0.00	*****	100011.66
1.00	6.20	0.00	0.00	*****	99923.77
1.00	5.90	0.00	0.00	*****	96847.84
1.00	5.60	0.00	0.00	*****	90212.62

Arah 180 derajat

MEMBER TD6929 POINT 1 DIRECTION 202.50

WAVE HEIGHT	WAVE PERIOD	START STRESS(***VARIABLE SCFS***)		END STRESS(***VARIABLE SCFS***)	
-----	-----	STEADY	AMPLITUDE	STEADY	AMPLITUDE
1.00	10.60	*****	113897.28	0.00	0.00
1.00	10.20	*****	122685.66	0.00	0.00
1.00	9.80	*****	132924.11	0.00	0.00
1.00	9.50	*****	140218.45	0.00	0.00
1.00	9.20	*****	146414.25	0.00	0.00

1.00	8.90	*****	151116.03	0.00	0.00
1.00	8.60	*****	156916.36	0.00	0.00
1.00	8.20	*****	162277.27	0.00	0.00
1.00	7.80	*****	159596.81	0.00	0.00
1.00	7.50	*****	157355.78	0.00	0.00
1.00	7.10	*****	145052.06	0.00	0.00
1.00	6.80	*****	130770.95	0.00	0.00
1.00	6.50	*****	114468.52	0.00	0.00
1.00	6.20	*****	101373.85	0.00	0.00
1.00	5.90	*****	100626.84	0.00	0.00
1.00	5.60	*****	113853.34	0.00	0.00
1.00	5.30	*****	128705.69	0.00	0.00
1.00	4.90	*****	118423.29	0.00	0.00
1.00	4.60	*****	88542.84	0.00	0.00
1.00	4.40	*****	91399.05	0.00	0.00
1.00	4.10	*****	103966.42	0.00	

Arah 225 derajat

MEMBER TD6929 POINT 1 DIRECTION 247.50

WAVE HEIGHT	WAVE PERIOD	START STRESS(***VARIABLE SCFS***) STEADY	AMPLITUDE	END STRESS(***VARIABLE SCFS***) STEADY	AMPLITUDE
1.00	10.60	*****	101285.97	0.00	0.00
1.00	10.20	*****	105460.45	0.00	0.00
1.00	9.80	*****	111700.19	0.00	0.00
1.00	9.50	*****	115303.42	0.00	0.00
1.00	9.20	*****	118335.41	0.00	0.00
1.00	8.90	*****	120752.21	0.00	0.00
1.00	8.60	*****	122465.95	0.00	0.00
1.00	8.20	*****	120708.27	0.00	0.00
1.00	7.80	*****	114468.52	0.00	0.00
1.00	7.50	*****	104537.66	0.00	0.00
1.00	7.10	*****	86785.16	0.00	0.00
1.00	6.80	*****	67846.22	0.00	0.00
1.00	6.50	*****	47940.56	0.00	0.00
1.00	6.20	*****	43810.03	0.00	0.00
1.00	5.90	*****	66088.55	0.00	0.00
1.00	5.60	*****	96496.30	0.00	0.00
1.00	5.30	*****	119258.19	0.00	0.00
1.75	4.90	*****	216940.92	0.00	0.00
1.00	4.60	*****	92629.42	0.00	0.00
1.00	4.40	*****	88938.31	0.00	0.00
1.00	4.10	*****	95441.70	0.00	0.00

Arah 270 derajat

MEMBER TD6929 POINT 1 DIRECTION 292.50

WAVE HEIGHT	WAVE PERIOD	START STRESS(***VARIABLE SCFS***) STEADY	AMPLITUDE	END STRESS(***VARIABLE SCFS***) STEADY	AMPLITUDE
1.00	10.60	0.00	0.00	*****	98693.40
1.00	10.20	0.00	0.00	*****	102955.76
1.00	9.80	0.00	0.00	*****	107965.13
1.00	9.50	0.00	0.00	*****	111085.00
1.00	9.20	0.00	0.00	*****	114556.41
1.00	8.90	0.00	0.00	*****	117192.92
1.00	8.60	0.00	0.00	*****	118994.54
1.00	8.20	0.00	0.00	*****	116094.38
1.00	7.80	0.00	0.00	*****	110162.23
1.00	7.50	0.00	0.00	*****	100934.44
1.00	7.10	0.00	0.00	*****	84807.77
1.00	6.80	0.00	0.00	*****	65561.24
1.00	6.50	0.00	0.00	*****	46534.42
1.00	6.20	0.00	0.00	*****	41085.63
1.00	5.90	0.00	0.00	*****	62177.72
1.00	5.60	0.00	0.00	*****	90827.81
1.00	5.30	0.00	0.00	*****	112930.56
1.75	4.90	0.00	0.00	*****	207449.48
1.00	4.60	0.00	0.00	*****	89201.96
1.00	4.40	0.00	0.00	*****	85466.91
1.00	4.10	0.00	0.00	*****	93112.79

Arah 315 derajat

MEMBER TD6929 POINT 1 DIRECTION 337.50

WAVE	WAVE	START STRESS(***VARIABLE SCFS***)		END STRESS(***VARIABLE SCFS***)	
HEIGHT	PERIOD	STEADY	AMPLITUDE	STEADY	AMPLITUDE
1.00	10.60	0.00	0.00	*****	110865.30
1.00	10.20	0.00	0.00	*****	119258.19
1.00	9.80	0.00	0.00	*****	127035.90
1.00	9.50	0.00	0.00	*****	133011.98
1.00	9.20	0.00	0.00	*****	140130.56
1.00	8.90	0.00	0.00	*****	145535.42
1.00	8.60	0.00	0.00	*****	148611.34
1.00	8.20	0.00	0.00	*****	151116.03
1.00	7.80	0.00	0.00	*****	152214.58
1.00	7.50	0.00	0.00	*****	147380.97
1.00	7.10	0.00	0.00	*****	135077.25
1.00	6.80	0.00	0.00	*****	121479.22
1.00	6.50	0.00	0.00	*****	106119.57
1.00	6.20	0.00	0.00	*****	94123.45
1.00	5.90	0.00	0.00	*****	96100.83
1.00	5.60	0.00	0.00	*****	110425.88
1.00	5.30	0.00	0.00	*****	123212.95
1.75	4.90	0.00	0.00	*****	206131.23
1.00	4.60	0.00	0.00	*****	82171.27
1.00	4.40	0.00	0.00	*****	87839.77
1.00	4.10	0.00	0.00	*****	



LAMPIRAN C

PERHITUNGAN SPEKTRUM JONSWAP

PERHITUNGAN SPEKTRUM JONSWAP

$\alpha = 0.0081$

$g = 9.81 \text{ m/dt}^2$

$\gamma = 2.5$

$$S(\omega) = \alpha g^2 \omega^{-5} \exp \left[-1.25 \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^{-4} \right] \gamma \exp \left[\frac{-(\omega - \omega_0)^2}{2 \tau^2 \omega^2} \right]$$

$\sigma = \sigma_a = 0.07 \text{ if } \omega < \omega_0$

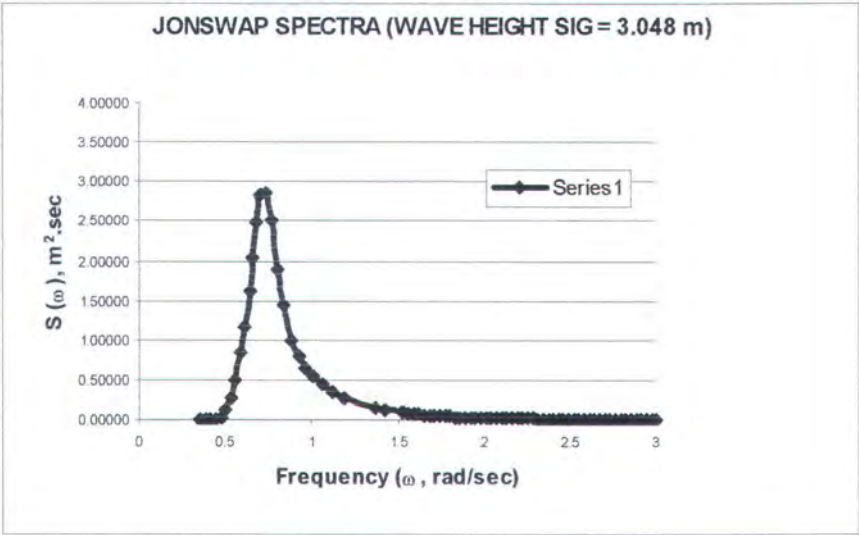
$\sigma = \sigma_b = 0.09 \text{ if } \omega > \omega_0$

$\omega_0 = (0.161 * g / H_s)^{0.5}$

$H_s = 3.05 \text{ m}$

NO	ω	ω_0	α	g	γ	τ	H_s	$S(\omega)$
1	0.35	0.719847	0.0081	9.81	2.5	0.07	3.05	0.00000000000000
2	0.38	0.719847	0.0081	9.81	2.5	0.07	3.05	0.00000000000000
3	0.41	0.719847	0.0081	9.81	2.5	0.07	3.05	0.00000000000000
4	0.44	0.719847	0.0081	9.81	2.5	0.07	3.05	0.00000000000000
5	0.47	0.719847	0.0081	9.81	2.5	0.07	3.05	0.00000000000000
6	0.5	0.719847	0.0081	9.81	2.5	0.07	3.05	0.00000000000000
7	0.53	0.719847	0.0081	9.81	2.5	0.07	3.05	0.00000000000000
8	0.59	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.00553655167302
9	0.62	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.01345895933854
10	0.64	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.02887069426691
11	0.66	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.04747127773312
12	0.68	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.07368269091936
13	0.71	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.10882374968422
14	0.73	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.15457873810252
15	0.77	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.23797058788281
16	0.81	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.36242743260021
17	0.84	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.49584895998338
18	0.88	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.70868368615960
19	0.92	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.80399014202485
20	0.97	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.76041490577899
21	1.01	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.61562624619250
22	1.06	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.44471877343091
23	1.12	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.31140944388648
24	1.18	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.22726750270281
25	1.37	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.12581350590496
26	1.43	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.10514632589461

NO	ω	ω_0	α	g	γ	τ	H_s	$S(\omega)$
27	1.53	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.07805486184902
28	1.56	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.07174148433795
29	1.59	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.06598417496138
30	1.62	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.06073405105757
31	1.65	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.05594572621114
32	1.68	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.05157732183368
33	1.71	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.04759039551889
34	1.74	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.04394980454538
35	1.77	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.04062352653230
36	1.80	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.03758245556626
37	1.83	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.03480018739814
38	1.86	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.03225280326500
39	1.89	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.02991865878832
40	1.92	0.929267	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.02777818211147



s = 0.61 m

	ω	ω_0	α	g	γ	τ	H_s	$S(\omega)$
1	0.59	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.00000000000000
2	0.62	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.00000000000000
3	0.64	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.00000000000000
4	0.66	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.00000000000000
5	0.68	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.00000000000000
6	0.71	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.00000000000001
7	0.73	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.00000000000060
8	0.77	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.00000000007801
9	0.81	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.00000000503007
10	0.84	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.00000007480656

	ω	ω_0	α	g	γ	τ	H_s	$S(\omega)$
11	0.88	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.00000163082322
12	0.92	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.00001152685775
13	0.97	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.00006165231479
14	1.01	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.00025522366365
15	1.06	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.00083592752931
16	1.12	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.00221575228451
17	1.18	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.00488246206871
18	1.37	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.01956231569493
19	1.43	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.02816657973366
20	1.53	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.04554095999475
21	1.56	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.04928499864303
22	1.59	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.05141590267482
23	1.62	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.05157932628518
24	1.65	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.04978879864860
25	1.68	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.04642298802947
26	1.71	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.04208381948621
27	1.74	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.03739981978891
28	1.77	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.03287271870128
29	1.80	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.02881401150106
30	1.83	1.609098108	0.0081	9.81	2.5	0.07	0.61	0.02535853436472

s = 1.22 m

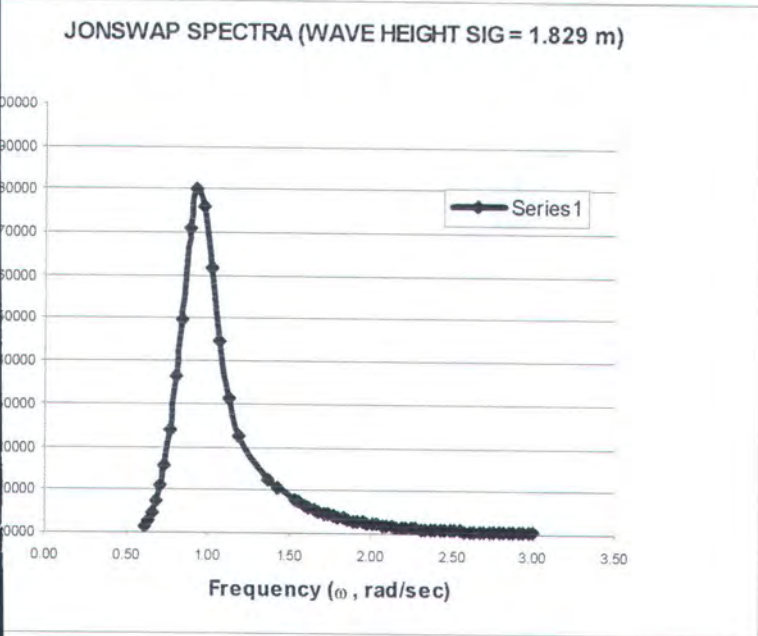
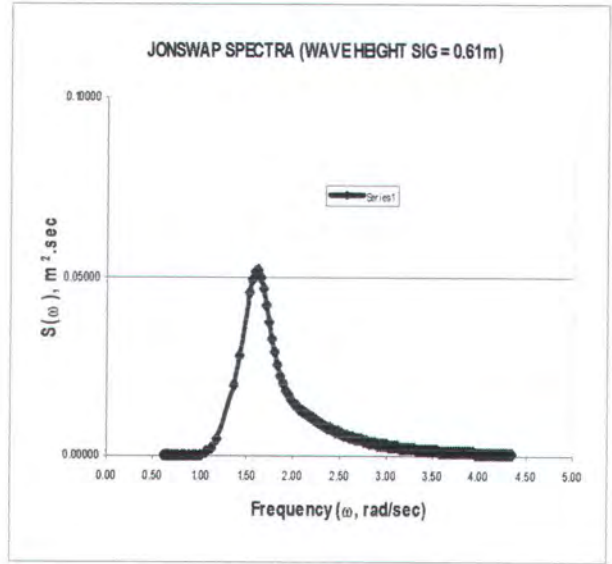
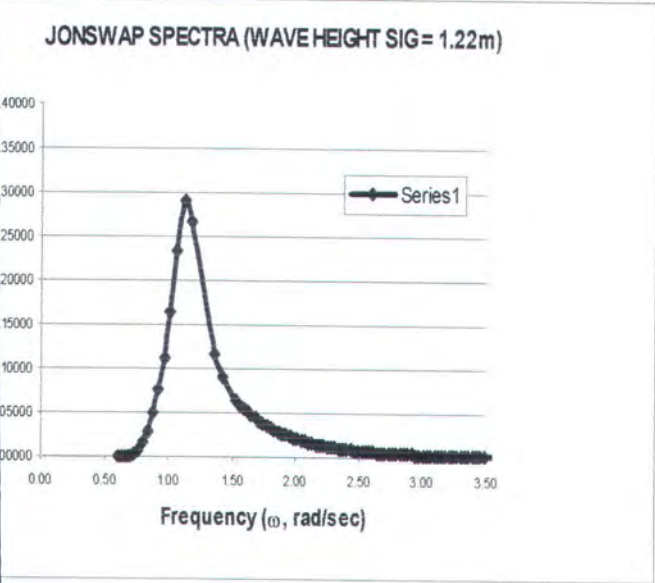
	ω	ω_0	α	g	γ	τ	H_s	$S(\omega)$
	0.5	0.719846604	0.0081	9.81	2.5	0.07	3.05	0.00000000000000
	0.53	0.719846604	0.0081	9.81	2.5	0.07	3.05	0.00000000000000
	0.59	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.22	0.00000000000000
	0.62	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.22	0.00000410434341
	0.64	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.22	0.00002902003179
	0.66	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.22	0.00010620911037
	0.68	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.22	0.00033920935152
	0.71	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.22	0.00095292832471
	0.73	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.22	0.00237307513412
	0.77	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.22	0.00673085604040
	0.81	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.22	0.01593467765251
	0.84	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.22	0.02740446753707
	0.88	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.22	0.05053378637823
	0.92	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.22	0.07568407104741
	0.97	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.22	0.11143053634901
	1.01	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.22	0.16398760260348
	1.06	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.22	0.23403882258438
	1.12	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.22	0.28936320371958

	1.18	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.22	0.26697298009831
	1.37	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.22	0.11745493314928
	1.43	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.22	0.08995409707442
	1.53	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.22	0.06463914636389
	1.56	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.22	0.05975240645008
	1.59	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.22	0.05542287689897
	1.62	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.22	0.05151253812872
	1.65	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.22	0.04793423279300
	1.68	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.22	0.04463362806099
	1.71	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.22	0.04157619601992
	1.74	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.22	0.03873860520699
	1.77	1.137804184	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.22	0.03610349312098

= **1.83 m**

	ω	$\omega\omega$	α	g	γ	τ	H_s	$S(\omega)$
	0.35	0.719846604	0.0081	9.81	2.5	0.07	3.05	0.00000000000000
	0.38	0.719846604	0.0081	9.81	2.5	0.07	3.05	0.00000000000000
	0.41	0.719846604	0.0081	9.81	2.5	0.07	3.05	0.00000000000000
	0.44	0.719846604	0.0081	9.81	2.5	0.07	3.05	0.00000000000000
	0.47	0.719846604	0.0081	9.81	2.5	0.07	3.05	0.00000000000000
	0.5	0.719846604	0.0081	9.81	2.5	0.07	3.05	0.00000000000000
	0.53	0.719846604	0.0081	9.81	2.5	0.07	3.05	0.00000000000000
	0.59	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.00553655167302
	0.62	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.01345895933854
	0.64	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.02887069426691
	0.66	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.04747127773312
	0.68	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.07368269091936
	0.71	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.10882374968422
	0.73	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.15457873810252
	0.77	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.23797058788281
	0.81	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.36242743260021
	0.84	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.49584895998338
	0.88	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.70868368615960
	0.92	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.07	1.83	0.80399014202485
	0.97	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.76041490577899
	1.01	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.61562624619250
	1.06	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.44471877343091
	1.12	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.31140944388648
	1.18	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.22726750270281
	1.37	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.12581350590496
	1.43	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.10514632589461
	1.53	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.07805486184902

1.56	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.07174148433795
1.59	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.06598417496138
1.62	0.929267159	0.0081	9.81	2.5	0.09	1.83	0.06073405105757





LAMPIRAN D

PERHITUNGAN RAO TEGANGAN STRUKTUR

PERHITUNGAN RAO TEGANGAN STRUKTUR

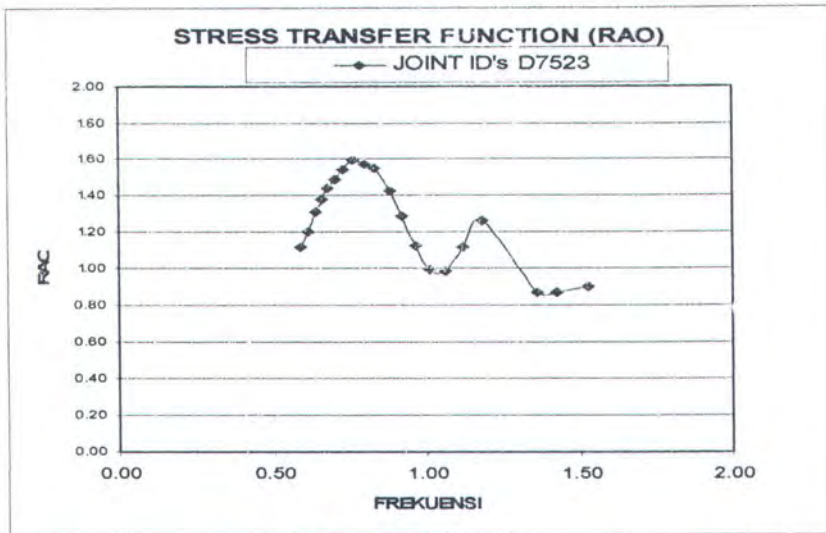
RUMUS : $\frac{\sigma}{\eta}$

dimana : σ = rentang tegangan (N/mm²)

η = amplitudo gelombang di atas MWL (m)

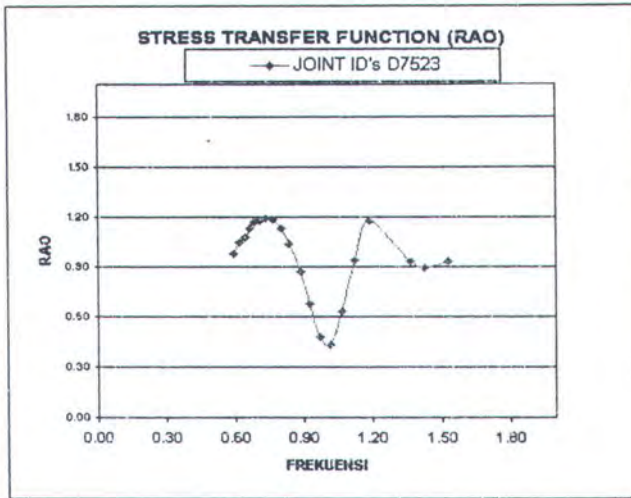
Wave Direction : W (0 degree)
JOINT ID's : D7523 (member TD 6929)

NO	ω (rad/sec)	Stress, σ (KG/m ²)	η	σ/η (kg/m ² /m)	σ/η (N/mm ² /m)
1	0.592453	113897.28	1	1.139E+05	1.117E+00
2	0.615686	122685.66	1	1.227E+05	1.204E+00
3	0.640816	132924.11	1	1.329E+05	1.304E+00
4	0.661053	140218.45	1	1.402E+05	1.376E+00
5	0.682609	146414.25	1	1.464E+05	1.436E+00
6	0.705618	151116.03	1	1.511E+05	1.482E+00
7	0.730233	156916.36	1	1.569E+05	1.539E+00
8	0.765854	162277.27	1	1.623E+05	1.592E+00
9	0.805128	159596.81	1	1.596E+05	1.566E+00
10	0.837333	157355.78	1	1.574E+05	1.544E+00
11	0.884507	145052.06	1	1.451E+05	1.423E+00
12	0.923529	130770.95	1	1.308E+05	1.283E+00
13	0.966154	114468.52	1	1.145E+05	1.123E+00
14	1.012903	101373.85	1	1.014E+05	9.945E-01
15	1.064407	100626.84	1	1.006E+05	9.871E-01
16	1.121429	113853.34	1	1.139E+05	1.117E+00
17	1.184906	128705.69	1	1.287E+05	1.263E+00
18	1.365217	88542.84	1	1.287E+05	1.263E+00
19	1.427273	91399.05	1	1.287E+05	1.263E+00
20	1.531707	106966.42	1	8.854E+04	8.686E-01



Wave Direction : W (45degree)
JOINT ID's : D7523 (MEMBER TD6929)

NO	ω (rad/sec)	Stress, σ (KG/m ²)	η	σ/η (kg/mm ² /m)	σ/η (N/mm ² /m)
1	0.592453	99352.53	1	9.935E+04	9.746E-01
2	0.615686	106471.11	1	1.065E+05	1.044E+00
3	0.640816	110118.28	1	1.101E+05	1.080E+00
4	0.661053	115083.71	1	1.151E+05	1.129E+00
5	0.682609	118950.59	1	1.190E+05	1.167E+00
6	0.705618	120005.2	1	1.200E+05	1.177E+00
7	0.730233	121806.81	1	1.218E+05	1.195E+00
8	0.765854	120444.62	1	1.204E+05	1.182E+00
9	0.805128	115259.48	1	1.153E+05	1.131E+00
10	0.837333	105855.92	1	1.059E+05	1.038E+00
11	0.884507	88630.72	1	8.863E+04	8.695E-01
12	0.923529	68988.71	1	6.899E+04	6.768E-01
13	0.966154	48336.04	1	4.834E+04	4.742E-01
14	1.012903	43853.97	1	4.385E+04	4.302E-01
15	1.064407	63935.39	1	6.394E+04	6.272E-01
16	1.121429	95749.3	1	9.575E+04	9.393E-01
17	1.184906	120049.14	1	1.200E+05	1.178E+00
18	1.365217	95265.94	1	9.527E+04	9.346E-01
19	1.427273	90871.75	1	9.087E+04	8.915E-01
20	1.531707	100099.54	1	9.527E+04	9.346E-01



Wave Direction : W (90degree)

JOINT ID's : D7523 (member TD6929)

NO	ω (rad/sec)	Stress, σ (KG/m ²)	η	σ/η (kg/m ² /m)	σ/η (N/mm ² /m)
1	0.592453	97419.09	1	9.742E+04	9.557E-01
2	0.615686	103351.23	1	1.034E+05	1.014E+00
3	0.640816	108053.02	1	1.081E+05	1.060E+00
4	0.661053	112754.8	1	1.128E+05	1.106E+00
5	0.682609	115039.77	1	1.150E+05	1.129E+00
6	0.705618	117983.88	1	1.180E+05	1.157E+00
7	0.730233	118818.77	1	1.188E+05	1.166E+00
8	0.765854	117148.98	1	1.171E+05	1.149E+00
9	0.805128	110733.47	1	1.107E+05	1.086E+00
10	0.837333	101505.68	1	1.015E+05	9.958E-01
11	0.884507	84324.41	1	8.432E+04	8.272E-01
12	0.923529	65429.42	1	6.543E+04	6.419E-01
13	0.966154	46007.12	1	4.601E+04	4.513E-01
14	1.012903	39723.43	1	3.972E+04	3.897E-01
15	1.064407	60903.41	1	6.090E+04	5.975E-01
16	1.121429	90959.63	1	9.096E+04	8.923E-01
17	1.184906	112491.14	1	1.125E+05	1.104E+00
18	1.365217	90080.8	1	1.125E+05	1.104E+00
19	1.427273	85510.84	1	1.125E+05	1.104E+00
20	1.531707	93068.84	1	8.551E+04	8.389E-01

Catatan:

Pada lampiran D ini hanya sebagai contoh perhitungan RAO tegangan struktur Hang tuah MOgPU platform untuk beberapa arah saja. Dalam hal ini analisa yang dilakukan meliputi 8 arah pembebanan gelombang.

PERHITUNGAN RAO STRUKTUR ARAH 315 DERAJAT

MOGPU

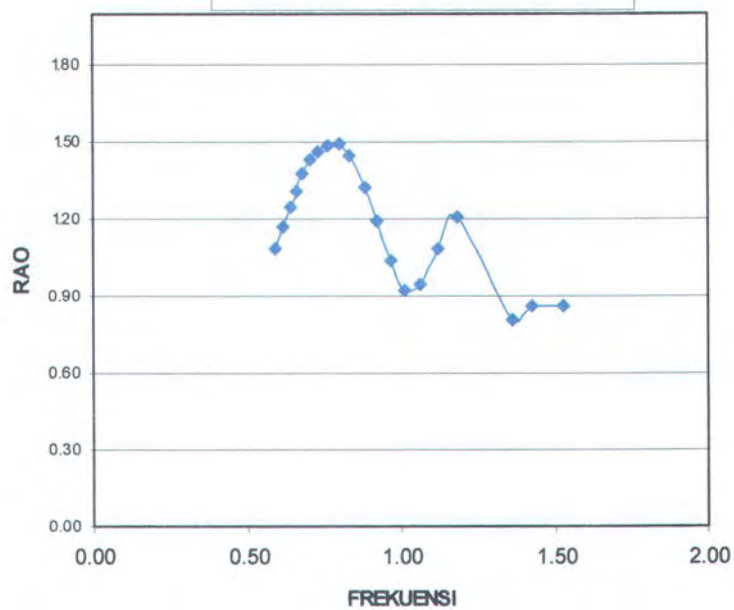
Wave Direction : W (315 degree)
JOINT ID's : D7523 (member TD 6929)

NO	ω (rad/sec)	Stress, σ (KG/m ²)	η	σ/η (kg/m ² /m)	σ/η (N/mm ² /m)
1	0.592453	110865.3	1	1.109E+05	1.088E+00
2	0.615686	119258.2	1	1.193E+05	1.170E+00
3	0.640816	127035.9	1	1.270E+05	1.246E+00
4	0.661053	133012	1	1.330E+05	1.305E+00
5	0.682609	140130.6	1	1.401E+05	1.375E+00
6	0.705618	145535.4	1	1.455E+05	1.428E+00
7	0.730233	148611.3	1	1.486E+05	1.458E+00
8	0.765854	151116	1	1.511E+05	1.482E+00
9	0.805128	152214.6	1	1.522E+05	1.493E+00
10	0.837333	147381	1	1.474E+05	1.446E+00
11	0.884507	135077.3	1	1.351E+05	1.325E+00
12	0.923529	121499.2	1	1.215E+05	1.192E+00
13	0.966154	106119.6	1	1.061E+05	1.041E+00
14	1.012903	94123.45	1	9.412E+04	9.234E-01
15	1.064407	96100.83	1	9.610E+04	9.427E-01
16	1.121429	110425.9	1	1.104E+05	1.083E+00
17	1.184906	123213	1	1.232E+05	1.209E+00
18	1.365217	82171.27	1	8.217E+04	8.061E-01
19	1.427273	87839.77	1	8.784E+04	8.617E-01
20	1.531707	97682.73	1	8.784E+04	8.617E-01



STRESS TRANSFER FUNCTION (RAO)

JOINT ID's D7523





LAMPIRAN E

PERHITUNGAN RESPON SPEKTRA TEGANGAN STRUKTUR

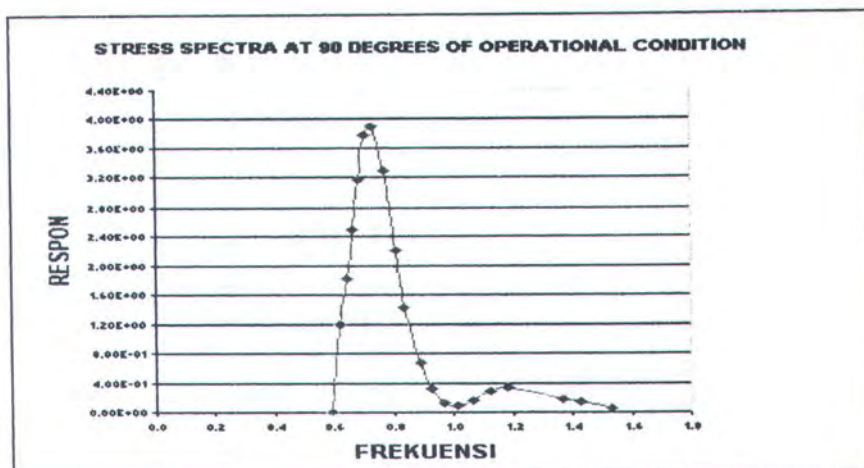
PERHITUNGAN RESPON STRESS AKIBAT BEBAN GELOMBANG

RUMUS : $S_R(\omega) = [RAO(\omega)]^2 S(\omega)$

dimana : S_R = respons spectra H_s
 RAO = transfer function $=$ 3.048 m
 S = wave spectra T_p
 ω = frequency angular (rad/sec) $=$ 6.3 s

Wave Direction : W (90 Degrees)

No	ω	$S(\omega)$	$RAO(\omega)$	$S_R(\omega)$
1	0.592	0.000E+00	9.557E-01	0.000E+00
2	0.616	1.168E+00	1.014E+00	1.200E+00
3	0.641	1.618E+00	1.060E+00	1.818E+00
4	0.661	2.044E+00	1.106E+00	2.501E+00
5	0.683	2.493E+00	1.129E+00	3.175E+00
6	0.706	2.825E+00	1.157E+00	3.785E+00
7	0.730	2.866E+00	1.166E+00	3.894E+00
8	0.766	2.501E+00	1.149E+00	3.304E+00
9	0.805	1.878E+00	1.086E+00	2.216E+00
10	0.837	1.431E+00	9.958E-01	1.419E+00
11	0.885	9.984E-01	8.272E-01	6.832E-01
12	0.924	7.903E-01	6.419E-01	3.256E-01
13	0.966	6.457E-01	4.513E-01	1.315E-01
14	1.013	5.344E-01	3.897E-01	8.116E-02
15	1.064	4.396E-01	5.975E-01	1.569E-01
16	1.121	3.555E-01	8.923E-01	2.830E-01
17	1.185	2.815E-01	1.104E+00	3.428E-01
18	1.365	1.492E-01	1.104E+00	1.817E-01
19	1.427	1.214E-01	1.104E+00	1.478E-01
20	1.532	8.699E-02	8.389E-01	6.121E-02



PERHITUNGAN RESPON (STRESS)

RUMUS :

$$m_0 = \int_0^{\infty} S(\omega) d\omega$$

$$m_2 = \int_0^{\infty} \omega^2 S(\omega) d\omega$$

Wave Direction :90 DEGREE

FS	Σm_0	Σm_2
1	0.000E+00	0.000E+00
3	3.601E+00	1.365E+00
3	5.453E+00	2.239E+00
2	5.001E+00	2.186E+00
3	9.526E+00	4.439E+00
3	1.135E+01	5.653E+00
2	7.788E+00	4.153E+00
3	9.911E+00	5.813E+00
3	6.648E+00	4.309E+00
2	2.838E+00	1.990E+00
3	2.050E+00	1.604E+00
3	9.768E-01	8.331E-01
2	2.631E-01	2.455E-01
3	2.435E-01	2.498E-01
3	4.708E-01	5.334E-01
2	5.661E-01	7.119E-01
3	1.028E+00	1.444E+00

3	5.452E-01	1.016E+00
2	2.956E-01	6.023E-01
1	6.121E-02	1.436E-01
$\Sigma =$	6.8621E+01	3.9530E+01
	5.314E-01	3.061E-01

Catatan:

Pada lampiran E ini hanya sebagai contoh perhitungan Respon spektra tegangan struktur Hang tuah MOgPU platform untuk arah 90 derajat saja. Dalam hal ini analisa yang dilakukan meliputi 8 arah pembebanan gelombang.



LAMPIRAN F

PERHITUNGAN DISTRIBUSI RAYLEIGH (ANALISA KURUN WAKTU PENDEK)

PERHITUNGAN ANALISA
KURUN WAKTU PENDEK (DISTRIBUSI RAYLEIGH)

$$p(x) = \frac{x}{m_0} e^{-x^2/2m_0}$$

dimana :

x = stress range

m_0 = luasan di bawah kurva respon spektra

Stress Range	P(x) Rayleigh)	n	ni	N	ni/N
0	0	0.120797	0	0	0
1	0.004693231	0.120797	51.65359	1.86E+17	2.78E-16
2	0.009320461	0.120797	102.5808	1.39E+16	7.38E-15
3	0.013817232	0.120797	152.0721	3.05E+15	4.98E-14
4	0.018122125	0.120797	199.4517	1.04E+15	1.92E-13
5	0.022178156	0.120797	244.0922	4.52E+14	5.4E-13
6	0.025934026	0.120797	285.4293	2.28E+14	1.25E-12
7	0.029345191	0.120797	322.9725	1.28E+14	2.52E-12
8	0.032374722	0.120797	356.3154	7.79E+13	4.58E-12
9	0.034993928	0.120797	385.1423	5.01E+13	7.68E-12
10	0.03718273	0.120797	409.2322	3.38E+13	1.21E-11
11	0.038929783	0.120797	428.4602	2.37E+13	1.81E-11
12	0.040232363	0.120797	442.7964	1.71E+13	2.59E-11
13	0.041096003	0.120797	452.3016	1.27E+13	3.57E-11
14	0.041533944	0.120797	457.1216	9.6E+12	4.76E-11
15	0.041566385	0.120797	457.4786	7.42E+12	6.17E-11
16	0.041219602	0.120797	453.6619	5.83E+12	7.78E-11
17	0.040524951	0.120797	446.0166	4.65E+12	9.6E-11
18	0.039517804	0.120797	434.932	3.75E+12	1.16E-10
19	0.038236451	0.120797	420.8294	3.07E+12	1.37E-10
20	0.036721009	0.120797	404.1505	2.53E+12	1.6E-10
21	0.035012369	0.120797	385.3453	2.11E+12	1.83E-10
22	0.033151214	0.120797	364.8614	1.77E+12	2.06E-10
23	0.031177127	0.120797	343.1347	1.5E+12	2.29E-10
24	0.029127818	0.120797	320.5801	1.28E+12	2.51E-10
25	0.027038471	0.120797	297.5848	1.1E+12	2.71E-10
26	0.024941228	0.120797	274.5025	9.48E+11	2.89E-10
27	0.022864809	0.120797	251.6495	8.24E+11	3.06E-10
28	0.020834262	0.120797	229.3014	7.19E+11	3.19E-10
29	0.018870844	0.120797	207.692	6.3E+11	3.29E-10
30	0.016992011	0.120797	187.0137	5.55E+11	3.37E-10
31	0.015211511	0.120797	167.4175	4.91E+11	3.41E-10

Stress Range	P(x) Rayleigh)	n	ni	N	ni/N
32	0.013539566	0.120797	149.0161	4.36E+11	3.42E-10
33	0.011983116	0.120797	131.8859	3.89E+11	3.39E-10
34	0.010546121	0.120797	116.0704	3.48E+11	3.34E-10
35	0.009229897	0.120797	101.584	3.12E+11	3.26E-10
36	0.008033471	0.120797	88.41619	2.81E+11	3.15E-10
37	0.006953946	0.120797	76.53496	2.53E+11	3.02E-10
38	0.005986859	0.120797	65.89123	2.29E+11	2.87E-10
39	0.005126522	0.120797	56.42238	2.08E+11	2.71E-10
40	0.004366344	0.120797	48.05588	1.89E+11	2.54E-10
41	0.003699121	0.120797	40.71244	1.73E+11	2.36E-10
42	0.003117293	0.120797	34.30885	1.58E+11	2.17E-10
43	0.002613169	0.120797	28.76047	1.44E+11	1.99E-10
44	0.00217911	0.120797	23.98323	1.33E+11	1.81E-10
45	0.001807688	0.120797	19.89537	1.22E+11	1.63E-10
46	0.001491799	0.120797	16.41871	1.12E+11	1.46E-10
47	0.001224754	0.120797	13.47961	1.04E+11	1.3E-10
48	0.00100034	0.120797	11.00972	9.57E+10	1.15E-10
49	0.000812858	0.120797	8.946298	8.86E+10	1.01E-10
50	0.00065714	0.120797	7.232469	8.22E+10	8.8E-11
51	0.000528548	0.120797	5.817187	7.63E+10	7.62E-11
52	0.000422962	0.120797	4.655104	7.1E+10	6.56E-11
53	0.000336755	0.120797	3.706313	6.61E+10	5.61E-11
54	0.000266765	0.120797	2.936007	6.16E+10	4.76E-11
55	0.000210258	0.120797	2.314089	5.75E+10	4.02E-11
56	0.000164888	0.120797	1.814749	5.38E+10	3.37E-11
57	0.00012866	0.120797	1.416026	5.04E+10	2.81E-11
58	9.98897E-05	0.120797	1.099384	4.72E+10	2.33E-11
59	7.71661E-05	0.120797	0.849289	4.43E+10	1.92E-11
60	5.9315E-05	0.120797	0.65282	4.16E+10	1.57E-11
61	4.53669E-05	0.120797	0.499307	3.91E+10	1.28E-11
62	3.45266E-05	0.120797	0.379999	3.68E+10	1.03E-11
63	2.61464E-05	0.120797	0.287767	3.46E+10	8.31E-12
64	1.97024E-05	0.120797	0.216844	3.26E+10	6.64E-12
65	1.47732E-05	0.120797	0.162594	3.08E+10	5.28E-12
66	1.10227E-05	0.120797	0.121315	2.91E+10	4.17E-12
67	8.1838E-06	0.120797	0.090071	2.75E+10	3.27E-12
68	6.04622E-06	0.120797	0.066545	2.6E+10	2.56E-12
69	4.44504E-06	0.120797	0.048922	2.46E+10	1.99E-12
70	3.25187E-06	0.120797	0.03579	2.34E+10	1.53E-12
71	2.36733E-06	0.120797	0.026055	2.21E+10	1.18E-12
72	1.71496E-06	0.120797	0.018875	2.1E+10	8.98E-13
73	1.2363E-06	0.120797	0.013607	2E+10	6.82E-13
74	8.8689E-07	0.120797	0.009761	1.9E+10	5.15E-13
75	6.33129E-07	0.120797	0.006968	1.8E+10	3.86E-13
76	4.49775E-07	0.120797	0.00495	1.72E+10	2.88E-13
77	3.17965E-07	0.120797	0.0035	1.63E+10	2.14E-13
78	2.2369E-07	0.120797	0.002462	1.56E+10	1.58E-13

Stress Range	P(x) Rayleigh)	n	ni	N	ni/N
79	1.56603E-07	0.120797	0.001724	1.49E+10	1.16E-13
80	1.09104E-07	0.120797	0.001201	1.42E+10	8.47E-14
81	7.56435E-08	0.120797	0.000833	1.35E+10	6.15E-14
82	5.21906E-08	0.120797	0.000574	1.29E+10	4.45E-14
83	3.58348E-08	0.120797	0.000394	1.23E+10	3.19E-14
84	2.44857E-08	0.120797	0.000269	1.18E+10	2.28E-14
85	1.665E-08	0.120797	0.000183	1.13E+10	1.62E-14
86	1.12671E-08	0.120797	0.000124	1.08E+10	1.15E-14
87	7.58772E-09	0.120797	8.35E-05	1.04E+10	8.06E-15
88	5.0852E-09	0.120797	5.6E-05	9.92E+09	5.64E-15
89	3.39161E-09	0.120797	3.73E-05	9.51E+09	3.92E-15
90	2.25116E-09	0.120797	2.48E-05	9.12E+09	2.72E-15
91	1.487E-09	0.120797	1.64E-05	8.75E+09	1.87E-15
92	9.77502E-10	0.120797	1.08E-05	8.4E+09	1.28E-15
93	6.39486E-10	0.120797	7.04E-06	8.07E+09	8.72E-16
94	4.16343E-10	0.120797	4.58E-06	7.75E+09	5.91E-16
96	1.73947E-10	0.120797	1.91E-06	7.17E+09	2.67E-16
97	1.11625E-10	0.120797	1.23E-06	6.89E+09	1.78E-16
98	7.12887E-11	0.120797	7.85E-07	6.63E+09	1.18E-16
99	4.53096E-11	0.120797	4.99E-07	6.39E+09	7.81E-17
100	2.86597E-11	0.120797	3.15E-07	6.15E+09	5.13E-17
101	1.80413E-11	0.120797	1.99E-07	5.93E+09	3.35E-17
102	1.13026E-11	0.120797	1.24E-07	5.71E+09	2.18E-17
103	7.04696E-12	0.120797	7.76E-08	5.51E+09	1.41E-17
104	4.37263E-12	0.120797	4.81E-08	5.31E+09	9.06E-18
105	2.70023E-12	0.120797	2.97E-08	5.13E+09	5.8E-18
106	1.6595E-12	0.120797	1.83E-08	4.95E+09	3.69E-18
107	1.01501E-12	0.120797	1.12E-08	4.78E+09	2.34E-18
108	6.17849E-13	0.120797	6.8E-09	4.61E+09	1.47E-18
109	3.74296E-13	0.120797	4.12E-09	4.46E+09	9.24E-19
110	2.25667E-13	0.120797	2.48E-09	4.31E+09	5.77E-19
111	1.35407E-13	0.120797	1.49E-09	4.16E+09	3.58E-19
112	8.08607E-14	0.120797	8.9E-10	4.03E+09	2.21E-19
113	4.80568E-14	0.120797	5.29E-10	3.89E+09	1.36E-19
114	2.84247E-14	0.120797	3.13E-10	3.77E+09	8.3E-20
115	1.67325E-14	0.120797	1.84E-10	3.65E+09	5.05E-20
116	9.80277E-15	0.120797	1.08E-10	3.53E+09	3.06E-20
117	5.7156E-15	0.120797	6.29E-11	3.42E+09	1.84E-20
118	3.31666E-15	0.120797	3.65E-11	3.31E+09	1.1E-20
119	1.91542E-15	0.120797	2.11E-11	3.21E+09	6.57E-21
120	1.10092E-15	0.120797	1.21E-11	3.11E+09	3.9E-21
121	6.29756E-16	0.120797	6.93E-12	3.02E+09	2.3E-21
122	3.58523E-16	0.120797	3.95E-12	2.92E+09	1.35E-21
123	2.03137E-16	0.120797	2.24E-12	2.84E+09	7.88E-22
124	1.14549E-16	0.120797	1.26E-12	2.75E+09	4.58E-22
125	6.42864E-17	0.120797	7.08E-13	2.67E+09	2.65E-22
126	3.59069E-17	0.120797	3.95E-13	2.59E+09	1.52E-22

Stress Range	P(x) Rayleigh)	n	ni	N	ni/N
128	1.10429E-17	0.120797	1.22E-13	2.44E+09	4.97E-23
129	6.08041E-18	0.120797	6.69E-14	2.37E+09	2.82E-23
130	3.33205E-18	0.120797	3.67E-14	2.31E+09	1.59E-23
131	1.81728E-18	0.120797	2E-14	2.24E+09	8.93E-24
132	9.86427E-19	0.120797	1.09E-14	2.18E+09	4.99E-24
133	5.32892E-19	0.120797	5.86E-15	2.12E+09	2.77E-24
134	2.86514E-19	0.120797	3.15E-15	2.06E+09	1.53E-24
135	1.53315E-19	0.120797	1.69E-15	2E+09	8.43E-25
136	8.16504E-20	0.120797	8.99E-16	1.95E+09	4.61E-25
137	4.32777E-20	0.120797	4.76E-16	1.9E+09	2.51E-25
138	2.28299E-20	0.120797	2.51E-16	1.84E+09	1.36E-25
139	1.19861E-20	0.120797	1.32E-16	1.8E+09	7.35E-26
140	6.26306E-21	0.120797	6.89E-17	1.75E+09	3.94E-26

Jumlah 0.999607884 11001.66

Arah 315 derajat

ΔS	P(x)	n	ni	N	ni/N
0	0	0.122058	0	0	0
1	0.00285	0.122058	2346.757201	1.85769E+17	1.26E-14
2	0.005676	0.122058	4673.461501	1.39034E+16	3.36E-13
3	0.008454	0.122058	6960.345314	3.05168E+15	2.28E-12
4	0.011116	0.122058	9188.206	1.04056E+15	8.83E-12
5	0.013772	0.122058	11338.6743	4.51674E+14	2.51E-11
6	0.016269	0.122058	13394.46628	2.28395E+14	5.86E-11
7	0.018631	0.122058	15339.61406	1.28323E+14	1.2E-10
8	0.020842	0.122058	17159.67084	7.78782E+13	2.2E-10
9	0.022885	0.122058	18841.88685	5.01309E+13	3.76E-10
10	0.024748	0.122058	20375.35299	3.38044E+13	6.03E-10
11	0.026419	0.122058	21751.1102	2.36681E+13	9.19E-10
12	0.02789	0.122058	22962.22324	1.70937E+13	1.34E-09
13	0.029155	0.122058	24003.81824	1.26714E+13	1.89E-09
14	0.030211	0.122058	24873.08445	9.60404E+12	2.59E-09
15	0.031056	0.122058	25569.24134	7.41979E+12	3.45E-09
16	0.031693	0.122058	26093.47281	5.8286E+12	4.48E-09
17	0.032124	0.122058	26448.83109	4.64616E+12	5.69E-09
18	0.032357	0.122058	26640.11349	3.75192E+12	7.1E-09
19	0.032398	0.122058	26673.71541	3.06503E+12	8.7E-09
20	0.032256	0.122058	26557.46379	2.53E+12	1.05E-08
21	0.031944	0.122058	26300.4349	2.10801E+12	1.25E-08
22	0.031473	0.122058	25912.76116	1.77138E+12	1.46E-08
23	0.030857	0.122058	25405.43097	1.50007E+12	1.69E-08
24	0.03011	0.122058	24790.08606	1.27933E+12	1.94E-08
25	0.029246	0.122058	24078.82036	1.09819E+12	2.19E-08
26	0.02828	0.122058	23283.98412	9.48358E+11	2.46E-08
27	0.027229	0.122058	22417.99676	8.23516E+11	2.72E-08
28	0.026105	0.122058	21493.17148	7.18789E+11	2.99E-08
29	0.024925	0.122058	20521.55415	6.30383E+11	3.26E-08
30	0.023702	0.122058	19514.77846	5.55315E+11	3.51E-08

ΔS	$P(x)$	n	n_i	N	n_i/N
31	0.02245	0.122058	18483.93907	4.91224E+11	3.76E-08
32	0.021182	0.122058	17439.48354	4.36226E+11	4E-08
33	0.019908	0.122058	16391.12382	3.88804E+11	4.22E-08
34	0.018641	0.122058	15347.76713	3.4773E+11	4.41E-08
35	0.01739	0.122058	14317.46613	3.12003E+11	4.59E-08
36	0.016163	0.122058	13307.38739	2.80803E+11	4.74E-08
37	0.014968	0.122058	12323.79727	2.53453E+11	4.86E-08
38	0.013812	0.122058	11372.06368	2.29394E+11	4.96E-08
39	0.012701	0.122058	10456.67239	2.08157E+11	5.02E-08
40	0.011637	0.122058	9581.255854	1.89351E+11	5.06E-08
41	0.010626	0.122058	8748.632978	1.72648E+11	5.07E-08
42	0.009669	0.122058	7960.85784	1.57769E+11	5.05E-08
43	0.008768	0.122058	7219.275481	1.44478E+11	5E-08
44	0.007925	0.122058	6524.582982	1.32574E+11	4.92E-08
45	0.007138	0.122058	5876.894075	1.21887E+11	4.82E-08
46	0.006408	0.122058	5275.805676	1.12269E+11	4.7E-08
47	0.005733	0.122058	4720.46487	1.03592E+11	4.56E-08
48	0.005113	0.122058	4209.635037	95748168890	4.1E-08
49	0.004545	0.122058	3741.759992	88641963121	4.22E-08
50	0.004026	0.122058	3315.025195	82191118149	4.03E-08
51	0.003556	0.122058	2927.415247	76323845960	3.84E-08
52	0.00313	0.122058	2576.767097	70977418511	3.63E-08
53	0.002746	0.122058	2260.818528	66096878916	3.42E-08
54	0.002402	0.122058	1977.251657	61633955891	3.21E-08
55	0.002094	0.122058	1723.73133	57546146401	3E-08
56	0.001819	0.122058	1497.938398	53795937946	2.78E-08
57	0.001576	0.122058	1297.597995	50350147221	2.58E-08
58	0.001361	0.122058	1120.503017	47179356063	2.37E-08
59	0.001172	0.122058	964.5330606	44257429011	2.18E-08
60	0.001005	0.122058	827.6691537	41561099521	1.99E-08
61	0.00086	0.122058	708.0046506	39069614136	1.81E-08
62	0.000733	0.122058	603.7526693	36764425702	1.64E-08
63	0.000623	0.122058	513.250482	34628928208	1.48E-08
64	0.000528	0.122058	434.9612575	32648227066	1.33E-08
65	0.000446	0.122058	367.4735513	30808939624	1.19E-08
66	0.000376	0.122058	309.4989191	29099021542	1.06E-08
67	0.000316	0.122058	259.8680085	27507615354	9.45E-09
68	0.000264	0.122058	217.525455	26024918098	8.36E-09
69	0.00022	0.122058	181.5238793	24642065386	7.37E-09
70	0.000183	0.122058	151.0172498	23351029651	6.47E-09
71	0.000152	0.122058	125.2538409	22144530693	5.66E-09
72	0.000126	0.122058	103.5689873	21015956861	4.93E-09
73	0.000104	0.122058	85.3778013	19959295505	4.28E-09
74	8.52E-05	0.122058	70.16799093	18969071485	3.7E-09
75	6.98E-05	0.122058	57.49289061	18040292711	3.19E-09
76	5.7E-05	0.122058	46.96478899	17168401843	2.74E-09
77	4.65E-05	0.122058	38.24861849	16349233362	2.34E-09
78	3.77E-05	0.122058	31.05605013	15578975377	1.99E-09
79	3.05E-05	0.122058	25.14002116	14854135578	1.69E-09
80	2.46E-05	0.122058	20.28970856	14171510850	1.43E-09

ΔS	$P(x)$	n	n_i	N	n_i/N
82	1.59E-05	0.122058	13.09710328	12921379952	1.01E-09
83	1.27E-05	0.122058	10.47533199	12348682925	8.48E-10
84	1.01E-05	0.122058	8.353291482	11807777885	7.07E-10
85	8.07E-06	0.122058	6.641195507	11296552442	5.88E-10
86	6.39E-06	0.122058	5.264233247	10813057124	4.87E-10
87	5.05E-06	0.122058	4.160309121	10355491110	4.02E-10
88	3.98E-06	0.122058	3.27807616	9922189361	3.3E-10
89	3.13E-06	0.122058	2.575234227	9511610992	2.71E-10
90	2.45E-06	0.122058	2.017065233	9122328758	2.21E-10
91	1.91E-06	0.122058	1.57517886	8753019534	1.8E-10
92	1.49E-06	0.122058	1.226443938	8402455686	1.46E-10
93	1.16E-06	0.122058	0.952082443	8069497240	1.18E-10
94	8.95E-07	0.122058	0.73690506	7753084771	9.5E-11
95	6.91E-07	0.122058	0.568669205	7452232934	7.63E-11
96	5.31E-07	0.122058	0.437542357	7166024578	6.11E-11
97	4.08E-07	0.122058	0.335655455	6893605379	4.87E-11
98	3.12E-07	0.122058	0.256732885	6634178948	3.87E-11
99	2.38E-07	0.122058	0.195787253	6387002368	3.07E-11
100	1.81E-07	0.122058	0.148868686	6151382106	2.42E-11
101	1.37E-07	0.122058	0.112859782	5926670284	1.9E-11
102	1.04E-07	0.122058	0.085308602	5712261262	1.49E-11
103	7.81E-08	0.122058	0.0642932	5507588502	1.17E-11
104	5.87E-08	0.122058	0.048312184	5312121699	9.09E-12
105	4.4E-08	0.122058	0.036196658	5125364145	7.06E-12
106	3.28E-08	0.122058	0.027039661	4946850309	5.47E-12
107	2.45E-08	0.122058	0.020139825	4776143606	4.22E-12
108	1.82E-08	0.122058	0.014956589	4612834354	3.24E-12
109	1.35E-08	0.122058	0.011074714	4456537883	2.49E-12
110	9.93E-09	0.122058	0.00817629	4306892803	1.9E-12
111	7.31E-09	0.122058	0.006018725	4163559394	1.45E-12
112	5.37E-09	0.122058	0.004417512	4026218130	1.1E-12
113	3.93E-09	0.122058	0.003232785	3894568316	8.3E-13
114	2.87E-09	0.122058	0.00235886	3768326817	6.26E-13
115	2.08E-09	0.122058	0.001716147	3647226898	4.71E-13
116	1.51E-09	0.122058	0.001244899	3531017136	3.53E-13
117	1.09E-09	0.122058	0.000900414	3419460427	2.63E-13
118	7.89E-10	0.122058	0.000649349	3312333048	1.96E-13
119	5.67E-10	0.122058	0.000466922	3209423804	1.45E-13
120	4.07E-10	0.122058	0.000334764	3110533226	1.08E-13
121	2.91E-10	0.122058	0.000239312	3015472832	7.94E-14
122	2.07E-10	0.122058	0.000170577	2924064433	5.83E-14
123	1.47E-10	0.122058	0.000121229	2836139498	4.27E-14
124	1.04E-10	0.122058	8.59067E-05	2751538554	3.12E-14
125	7.37E-11	0.122058	6.06985E-05	2670110633	2.27E-14
126	5.19E-11	0.122058	4.27624E-05	2591712756	1.65E-14
127	3.65E-11	0.122058	3.00385E-05	2516209447	1.19E-14
128	2.56E-11	0.122058	2.10392E-05	2443472291	8.61E-15
129	1.78E-11	0.122058	1.46931E-05	2373379509	6.19E-15
130	1.24E-11	0.122058	1.02313E-05	2305815569	4.44E-15
131	8.63E-12	0.122058	7.10367E-06	2240670824	3.17E-15

ΔS	$P(x)$	n	n_i	N	n_i/N
132	5.97E-12	0.122058	4.9178E-06	2177841164	2.26E-15
133	4.12E-12	0.122058	3.39464E-06	2117227702	1.6E-15
134	2.81E-12	0.122058	2.33613E-06	2058736175	1.13E-15
135	1.95E-12	0.122058	1.60342E-06	2002278162	8.01E-16
136	1.33E-12	0.122058	1.09718E-06	1947767826	5.63E-16
137	9.09E-13	0.122058	7.48597E-07	1895124664	3.95E-16
138	6.19E-13	0.122058	5.09277E-07	1844271784	2.76E-16
139	4.2E-13	0.122058	3.45459E-07	1795135982	1.92E-16
140	2.84E-13	0.122058	2.33657E-07	1747647546	1.34E-16
141	1.91E-13	0.122058	1.57579E-07	1701740064	9.26E-17
142	1.29E-13	0.122058	1.05963E-07	1657350246	6.39E-17
143	8.63E-14	0.122058	7.1048E-08	1614417754	4.4E-17
144	5.77E-14	0.122058	4.74993E-08	1572885050	3.02E-17
145	3.85E-14	0.122058	3.16638E-08	1532697244	2.07E-17
146	2.56E-14	0.122058	2.10464E-08	1493801958	1.41E-17
147	1.69E-14	0.122058	1.39486E-08	1456149190	9.58E-18
148	1.12E-14	0.122058	9.21779E-09	1419691197	6.49E-18
149	7.38E-15	0.122058	6.07383E-09	1384382374	4.39E-18
150	4.85E-15	0.122058	3.99061E-09	1350179147	2.96E-18
151	3.18E-15	0.122058	2.6143E-09	1317039869	1.98E-18
152	2.07E-15	0.122058	1.70771E-09	1284924725	1.33E-18
153	1.35E-15	0.122058	1.11228E-09	1253795635	8.87E-19
154	8.77E-16	0.122058	7.22365E-10	1223616174	5.9E-19
155	5.68E-16	0.122058	4.67779E-10	1194351485	3.92E-19
156	3.67E-16	0.122058	3.02042E-10	1165968203	2.59E-19
157	2.36E-16	0.122058	1.94462E-10	1138434386	1.71E-19
158	1.52E-16	0.122058	1.24838E-10	1111719439	1.12E-19
159	9.71E-17	0.122058	7.99101E-11	1085794056	7.36E-20
160	6.19E-17	0.122058	5.10034E-11	1060630153	4.81E-20
	0.999762		823128.1527		

